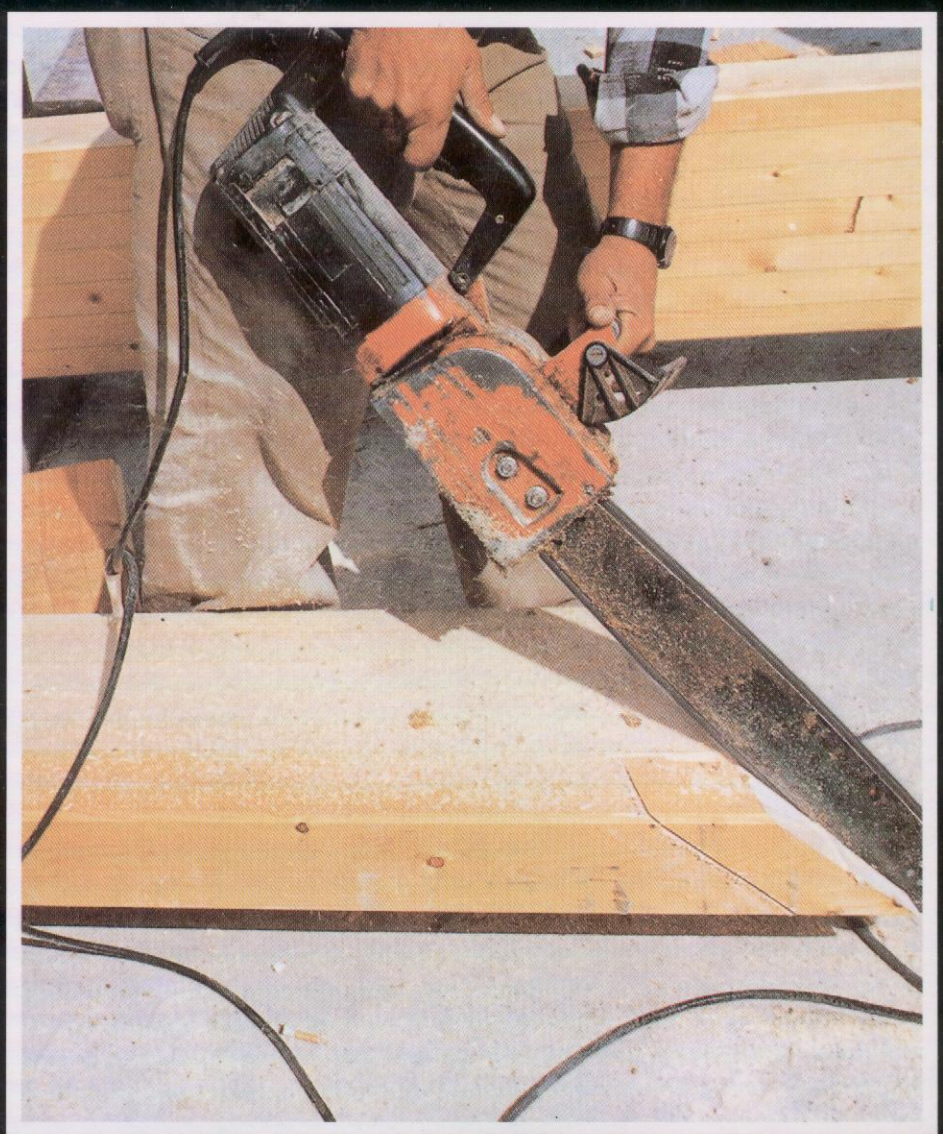
Biblioteca Atrium de la CARPINTERIA

El manipulado



COLECCION TECNICA DE BIBLIOTECAS PROFESIONALES

OCEANO/CENTRUM

Biblioteca Atrium de la
CARPINTERIA
2

COLECCION TECNICA DE BIBLIOTECAS PROFESIONALES

OCEANO/CENTRUM

Sumario

Pág.

1. ELEMENTOS BÁSICOS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN 9
- Mesa de trabajo 10
- Elementos auxiliares del banco 12

2. INSTRUMENTOS PARA MEDIR, TRAZAR Y MARCAR 13
- El metro 13
- La regla 13
- La escuadra 14
- El cartabón 14
- La falsa escuadra 14
- Los lapiceros 14
- El gramil 15
- Los compases 16
- El calibrador 16

3. HERRAMIENTAS MANUALES 17
- Herramientas de corte dentado 17
- La sierra 17
- Sierra de sobremesa 18
- Sierra de marquetería 18
- Serrucho de tronzar 19
- Serrucho de costilla 19
- Serrucho de punta 19
- Serrucho de manija intercambiable 20
- Cortachapas 20
- Herramientas de corte con hoja de filo vaciado . 20
- Herramientas de corte guiado 20
- Cepillos 21
- Garlopa. Garlopín. Cepillo. Cepillo curvado. Cepillo de dientes 21
- Molduras 21
- Guillame. Rebajador. Bocel. Moldura. Acanalador. Machihembrador 22
- Herramientas de corte libre 23
- Formón 23
- Escoplo 23
- Gubia 23
- Herramientas de perfilar y pulir 24
- Escofina 24
- Lima 24
- Limatón 24
- Cuchilla 24
- Bastrén 24
- Lija 25
- Herramientas de taladrar y atornillar 25
- Barrena 25
- Berbiquí 25

Pág.

- Broca 25
- Taladro 26
- Destornillador 26
- Herramientas de percusión y extracción 27
- Martillo 27
- Mazo 27
- Tenazas 28
- Alicates 28
- Pata de cabra 29
- Botador 29
- Herramientas de presión y aprieto 29
- Gatos y tornillos 30
- Sargento 30

4. MAQUINARIA FIJA DE TALLER 31
- El taller de maquinaria 31
- Máquinas de corte con hoja dentada 31
- Sierra de cinta 31
- Sierra circular 32
- Máquinas de corte con hoja de filo vaciado 33
- Cepilladora 33
- Regruesadora 34
- Máquinas de operaciones múltiples 34
- Tupí 34
- Escopleadora 36
- Torno 37
- Lijadora de banda y disco 38
- Prensa 39
- Maquinaria de tecnología avanzada 40
- Máquina combinada 40
- Máquina de sierra circular 41
- Escuadradora 41
- Sierra mural 41
- Seccionadora múltiple 42
- Chapeadora de cantos 43
- Moldurera automática 44

5. MAQUINARIA PORTÁTIL 45
- Maquinaria portátil de sobremesa 45
- Maquinaria portátil manual 47

6. MANTENIMIENTO DE LAS HERRAMIENTAS PARA LA MADERA 49
- Herramientas manuales 49
- Las sierras 49
- Herramientas para el mantenimiento de las sierras 51
- Triscado 51
- Afilado 52

Sumario

Pág.

- Rectificado ... 52
- Cepillos y afines ... 52
- Afilado ... 52
- Afinado ... 53
- Herramientas para rascar ... 53
- Afilado ... 54
- Compactado ... 54
- Herramientas para escoplear ... 55
- Afilado ... 56
- Afinado ... 56
- Herramientas para perforar ... 56
- Afilado ... 56
- Maquinaria convencional ... 57
- Sierra cinta o sin fin ... 57
- Afilado ... 57
- Maquinaria para afilar cintas de sierra ... 58
- Sierras circulares ... 58
- Calidades de materiales de corte ... 58
- Metal duro widia ... 58
- Acero dulce (SR, HSS) ... 59
- Afilado de cuchillas ... 59
- Afilado ... 59
- Fresas ... 59
- Máquina para afilar fresas ... 60

7. LAS UNIONES LEÑOSAS ... 61

- La madera ... 62
- Juntas o acoplamientos ... 63
- Junta plana o a tope ... 64
- Junta plana galceada o a media madera ... 65
- Junta plana ranurada y lengüeta ... 65
- Junta plana y refuerzos de espigas ... 65
- Junta plana unida mediante doble cola de milano ... 66
- Junta plana unida mediante galletas ... 66
- Junta en zigzag ... 66
- Junta plana rayada ... 66
- Junta plana o a tope reforzada con clavijas ... 66
- El machihembrado ... 67
- Machihembrado simple. Machihembrado doble. Machihembrado alterno. Machihembrado moldurado. Machihembrado de testa. Junta con cola de milano móvil. Ensamble de lengüeta de arista múltiple móvil ... 69
- Acoplamiento de madera laminada ... 69
- Tableros prefabricados ... 70
- Acoplamiento combinado de varias piezas ... 70
- Acoplamiento de plano. Acoplamiento de nuez. Acoplamiento de llave. Acoplamiento de rediente. Acoplamiento de cremallera. Acoplamiento de tres piezas. Acoplamiento con piezas intermedias. Viga compuesta de piezas cortadas. Acoplamiento de madera y hierro ... 70
- Ensambladuras ... 72
- Ensamble por madera superpuesta ... 72
- Ensamble a media madera ... 72
- Ensamble de palma o entalladura ... 73
- Ensamble a media madera en cruz ... 73
- Ensambladura a media madera de cepo ... 73

Pág.

- Ensamble a media madera en la construcción de entramados ... 73
- Embarbillados ... 74
- La cruz de seis brazos ... 75
- La cruz de seis brazos en diagonal ... 75
- Ensamble mediante clavijas ... 75
- Unión de dos piezas encoladas y sujetas con clavos de madera ... 76
- Unión en ángulo mediante clavijas ... 76
- Ensamble a inglete a junta plana ... 76
- Ensamble a inglete con espiga independiente ... 76
- Ensamble a inglete con llave ... 76
- Ensamble oblicuo embarbillado a caja y espiga ... 77
- Ensambles a horquilla ... 77
- Ensamble a horquilla en ángulo ... 78
- Ensamble central a tenaza u horquilla ... 78
- Ensamble a horquilla con los cantos biselados ... 79
- Ensamble a horquilla a tenaza ... 79
- Ensamble a espiga pasante con llave ... 79
- Ensamble a horquilla con espiga pasante ... 79
- Ensamble de caja y espiga ... 79
- Ensamble de piezas anchas con espigas múltiples rectas ... 80
- Ensamble de ángulo con espiga invisible u oculta ... 80
- Ensamble a caja y espiga sin retalón ... 81
- Ensamble a caja y espiga con retalón ... 81
- Ensamble a caja y espiga con retalón y calce ... 81
- Ensamble a caja y espiga con ranura o calce y moldura ... 81
- Ensamble a caja y espiga de contrachaveta ... 81
- Ensamble a caja y espiga con barbilla ... 82
- Ensamble a caja y espiga con contramoldura ... 82
- Ensamble a cola de milano ... 82
- Ensamble a media madera con cola de milano ... 83
- Unión en T a cola de milano ... 83
- Ensamble a media madera y media cola de milano ... 83
- Ensamble de cola de milano a media madera y cola ... 83
- Ensamble a doble cola de milano y espiga ... 83
- Ensamble a cola de milano de ranura ... 83
- Ensamble a cola de milano en ángulo abierto o pasante ... 85
- Ensamble a cola de milano solapada ... 85
- Manipulación de las herramientas manuales y marcaje de los lazos del ensamble a cola de milano ... 85
- Ensamble a cola de milano semioculta ... 87
- Ensamble a cola de milano a inglete u oculta ... 88
- Ejemplo práctico de las utilizaciones del ensamble a cola de milano ... 88
- Ensamble de tres piezas a media madera combinado a cola de milano ... 88

Sumario

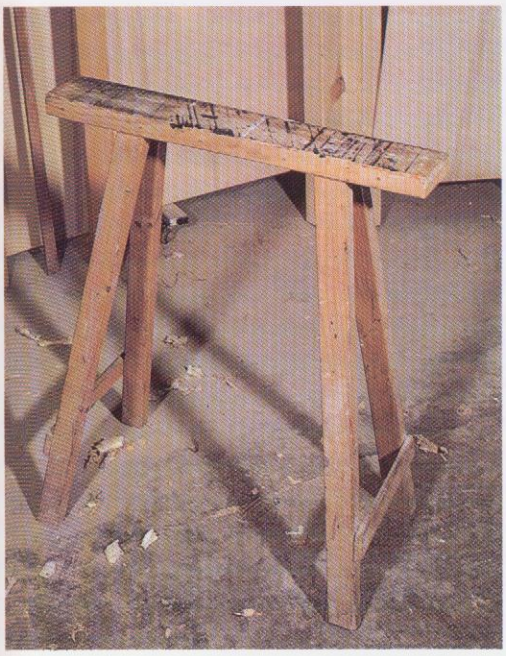
Pág.

- Ensamble a media madera en sentido oblicuo ... 88
- Ensamble a media madera y cola de milano oblicua ... 88
- Ensamble a media madera en cruz con cuatro colas de milano ... 88
- Ensamble de espiga falciforme ... 89
- Ensamble a espiga en barras ... 89
- Empalmes ... 89
- Empalme a escarpe o pito ... 90
- Empalme a tope ... 90
- Empalme a tope con bridas ... 90
- Empalme zunchado ... 90
- Empalme a media madera ... 91
- Empalme a media madera con testa en sesgo 91
- Empalme a media madera con falso corte invertido ... 91
- Empalme a pico de flauta ... 91
- Empalme a media madera con corte quebrado ... 91
- Empalme mediante clavijas ... 91
- Empalme con espiga roscada ... 92
- Empalme a horquilla ... 92
- Empalme a horquilla con testa en sesgo ... 92
- Empalme de espiga postiza ... 92
- Empalme de espiga a escuadra ... 93
- Empalme con espigas alternas ... 93
- Empalme a media madera alterna ... 93
- Empalme a media madera en pico de flauta ... 93
- Empalme a horquilla con falso corte ... 94
- Empalme de espiga cuadrada ... 94
- Empalme a media madera en cuarteles ... 94
- Empalme con dientes en cruz ... 94
- Empalme de doble horquilla cuadrada ... 94
- Empalme de cuatro espigas ... 95
- Empalme escalonado ... 95
- Empalme a dientes triangulares ... 95
- Empalme a doble pico de flauta cortado en diagonal ... 95
- Empalme a tope con llaves postizas ... 95
- Empalme a tope con llave en forma de cola de milano ... 95
- Empalme de cepos ... 95
- Empalme de llave con cuñas de presión ... 96
- Empalme a media madera con resalto y cajas y espigas ... 96
- Empalme a media madera y a cola de milano 96
- Empalme a doble cola de milano ... 96
- Empalme en diente de perro con cuñas ... 96
- Empalme en diente de perro con cuñas y testas biseladas ... 96
- Empalme en diente de perro con lengüeta y ranura ... 97
- Empalme mediante espiga falciforme ... 97
- Empalme de espiga falciforme y media madera en cruz ... 98
- Empalme combinado a inglete con espiga falciforme ... 98
- Empalme a doble espiga falciforme ... 98
- Empalme en rayo de Júpiter ... 99
- Empalme en rayo de Júpiter con redientes ... 99
- Empalme en rayo de Júpiter con cajas y espigas y llaves ocultas ... 102
- Empalme en rayo de Júpiter con ranura y lengüeta fijado con llaves ... 102
- Diversas aplicaciones de empalmes en rayo de Júpiter en cruzamientos y travesaños ... 102

Pág.

8. ADHESIVOS ... 103
- Procedencia de los adhesivos ... 103
- Elastómeros y resinas sintéticas ... 103
- De tipo elastómeros ... 104
- Resinas de acetato de polivinilo homopolímeros y copolímeros ... 104
- Resinas urea formol ... 104
- Resinas melamina formol ... 104
- Resorcina formol ... 105
- Masillas ... 105
- Masillas de caucho butilo ... 105
- Masillas de poliisobutileno ... 105
- Masillas acrílicas ... 106
- Masillas de poliuretano ... 106
- Masillas de silicona ... 106
- Sistemas de aplicación de los adhesivos ... 106
- Colas de contacto ... 106
- Colas a una cara ... 106
- *Hot-melts* ... 106
- Cianoacrilatos ... 106
- Anaeróbicos ... 108
- Aplicaciones en suelos ... 108
- Aplicaciones en paredes ... 108
- Aplicaciones en techos ... 108

9. ACABADO Y PROTECCIÓN DE LA MADERA 109
- El pulimento ... 109
- Pulimento con goma laca ... 110
- Pulimento con lacas celulósicas ... 110
- Superficies pulimentadas ... 111
- La pintura ... 111
- Pintura al óleo ... 111
- Pintura al esmalte ... 112
- Pintura bituminosa o asfáltica ... 112
- Pintura ignífuga ... 113
- Procedimiento para el pintado ... 113
- Aplicación de pintura con pistola ... 113
- Los barnices ... 114
- Gomas y resinas ... 114
- Aceite y barniz ... 115
- El barniz y el color ... 116
- Clases de barnices ... 116
- Barnices de alcohol ... 116
- Barnices grasos ... 116
- Barnices de celulosa ... 117
- Las ceras ... 117
- Los tintes ... 117
- Clases de tintes ... 118
- Tinte negro ... 119
- Tinte rojizo ... 119
- Baño de nogal ... 119
- Tinte azul ... 119
- Tinte caoba ... 119
- Tintes de anilina ... 119



1 Elementos básicos en el proceso de elaboración

El oficio de la carpintería parece que es uno de los más antiguos que se conocen y la madera fue, de hecho, el primer material que utilizó el hombre para construirse un refugio.

Cuando salió de las cuevas, su habitáculo natural, necesitó fabricarse su propia vivienda, utilizando para ello un material del que disponía en abundancia; inmensos bosques de árboles le suministraron la madera que fácilmente trabajaba con las principales herramientas que se supone que ya usaba, entre ellas el hacha.

Probablemente, las primeras chozas construidas estaban formadas de troncos de madera apoyados unos contra otros, sujetándolos con lianas y tapando los huecos con ramas y tierra mojada; de esta manera empezaba una incipiente técnica que ha desarrollado necesariamente, junto al descubrimiento de nuevos ensamblajes de carpintería, la creación de las herramientas que los hicieron posible.

En un principio los progresos fueron muy lentos y hubo de transcurrir mucho tiempo para la invención y desarrollo de nuevas técnicas de trabajo en la madera, resultado a su vez de un grado de civilización que pasó del empleo de útiles de trabajo manual y herramientas de fabricación artesana, hasta llegar a la maquinaria y alta tecnología de nuestros días.

En el estudio de las herramientas y maquinaria para trabajar la madera y su utilización en carpintería, se hace difícil establecer unos límites claros con otros oficios, pues el empleo de algunas máquinas y herramientas es común a otras profesiones, con las modificaciones necesarias según el tipo de material para el que se hayan adaptado, como pueden ser la velocidad de rotación de los ejes (en caso de máquinas), el tamaño e inclinación de los dientes de sierra, el grosor de las hojas de corte y la clase de grano en utillajes de abrasión.

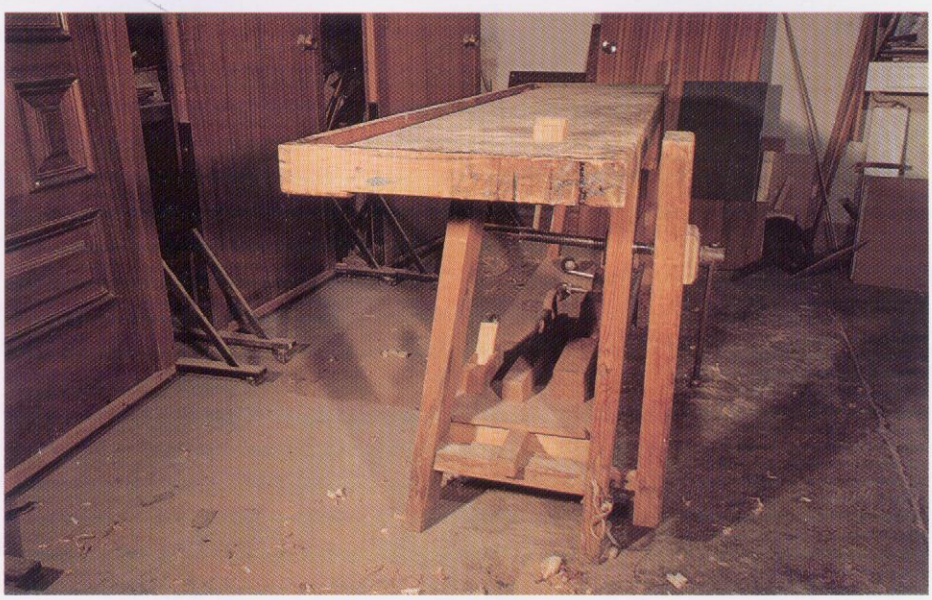


Figura 1

Debe destacarse que la base de toda máquina siempre ha sido la herramienta manual, que se utiliza deslizándola sobre la madera, empleando únicamente la destreza y la energía humanas. La maquinaria fija de taller se construye sobre bases fuertes y pesadas, por lo general piezas de hierro fundido, sobre las que van montados los diversos órganos de que consta la máquina y es la madera la que pasa o se desliza entre ellos. Estas

Figura 2

Figura 3

máquinas se han movido por las distintas energías descubiertas y usadas por el hombre. Hoy es la electricidad la que alimenta sus motores.

La máquina portátil, lo que puede llamarse la simbiosis de ambos sistemas, es la que permite disponer de un útil ligero y manejable como una herramienta manual y facilita la rapidez de trabajo y el ahorro de energía humana propios de una máquina.

Hay que hacer constar que las máquinas básicas para trabajar la madera en un taller de carpintería son relativamente pocas: sierra de cinta, sierra de disco circular, cepilladora, regruesadora, escopleadora, tupí o fresadora, lijadora, torno y prensa. Partiendo de ellas y en función de una determinada especificación de trabajo, se fabrican máquinas de empleo múltiple que forman legión. No se pretende aquí hacer un catálogo de toda la maquinaria existente, pero sí se prestará atención a aquellas que, aun siendo una variante de las básicas, tengan una utilidad que las haga necesarias para que la industria pueda ser competitiva.

Al hablar de las herramientas y la maquinaria para trabajar la madera, se emplea el término carpintería como representativo de todas las ramas que se dedican a ello; referirse de forma indistinta a la ebanistería, tornería, etcétera, podría prestarse a confusión. Tampoco se quiere destacar unas sobre otras. Todas nos merecen el mismo respeto.

MESA DE TRABAJO

La mesa de trabajo, o banco de carpintero más propiamente dicho, es la base sobre la que el operario va a realizar una gran parte de las operaciones de su oficio. Debe ser de construcción sólida para que aguante bien el peso y los esfuerzos de la herramienta sobre la madera. Al elegir el material para su construcción, se buscará entre las maderas más duras y que mejor resistan el desgaste. Por lo general se emplea el haya y el pino si es duro y resinoso.

Las medidas pueden ser: 220 cm de longitud; de 8 a 10 cm de grueso; 50 cm de ancho, incluida la canal; 90 cm de altura. Estas dimensiones pueden variar algo, según el criterio del fabricante; la altura deberá ajustarse a la estatura de los operarios que difiera mucho de la media considerada normal.

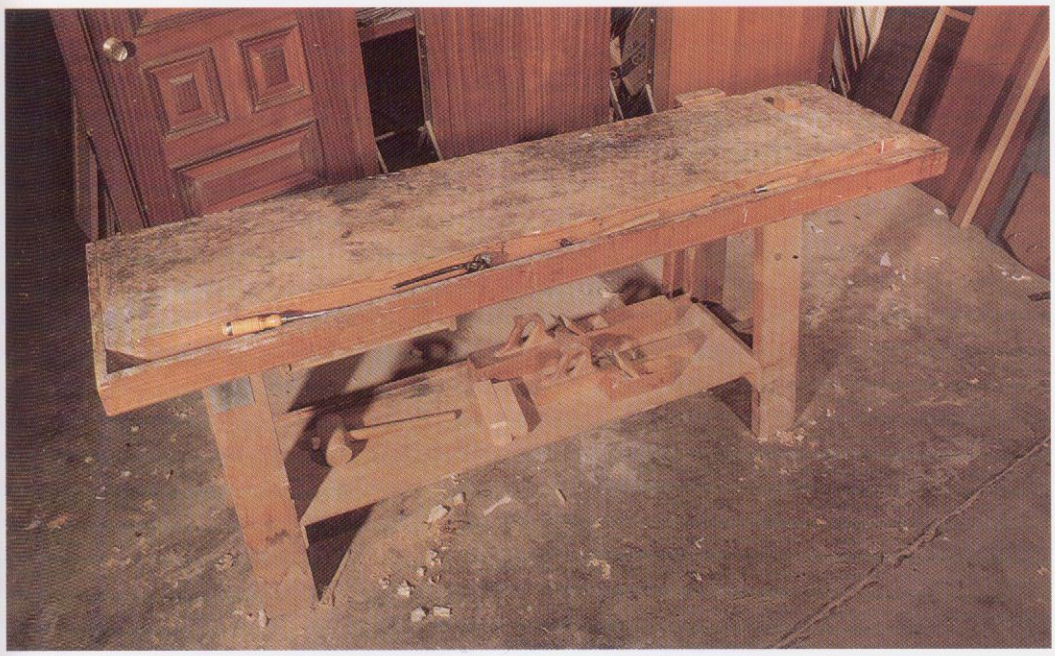


Figura 4

Figura 5

Figura 6

El banco consta de una mesa sostenida por cuatro robustas patas ensambladas a aquélla; las delanteras a doble espiga y cola de milano; las traseras con una ligera inclinación para evitar el vuelco hacia atrás *(figura 1)*.

El banco de carpintero debe estar situado en una zona relativamente despejada y no disponer de otro punto de apoyo que su propio armazón. Las patas, en su parte baja, completan la armadura con largueros y dos travesaños ensamblados a caja y espiga; sobre éstos se coloca un tablero suficientemente fuerte para dar solidez al conjunto y que pueda aprovecharse para contener herramientas.

En la *figura 2* puede observarse cómo en la pata izquierda va instalada la prensa, tan útil para sujetar y facilitar el trabajo de piezas medianas y pequeñas; en la

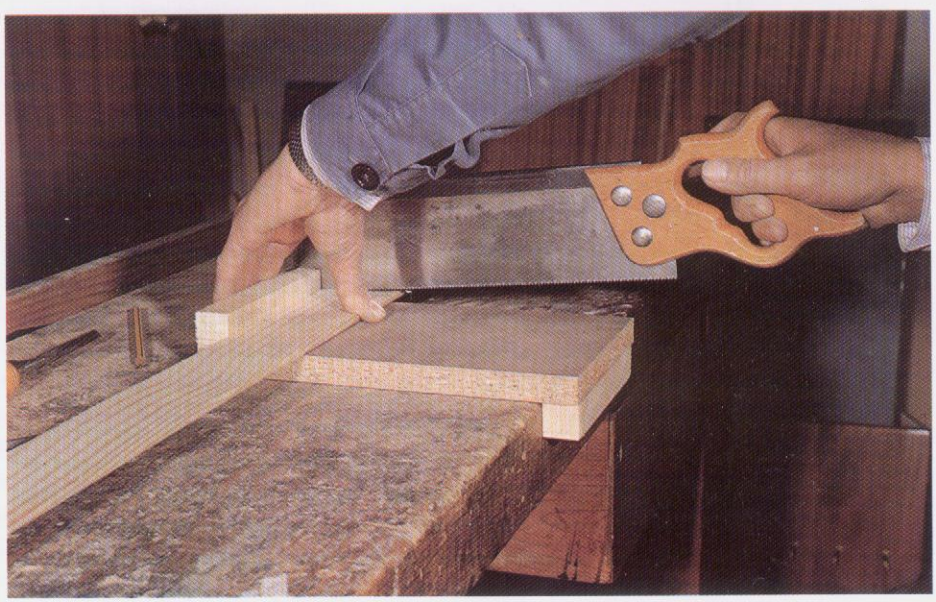


Figura 7

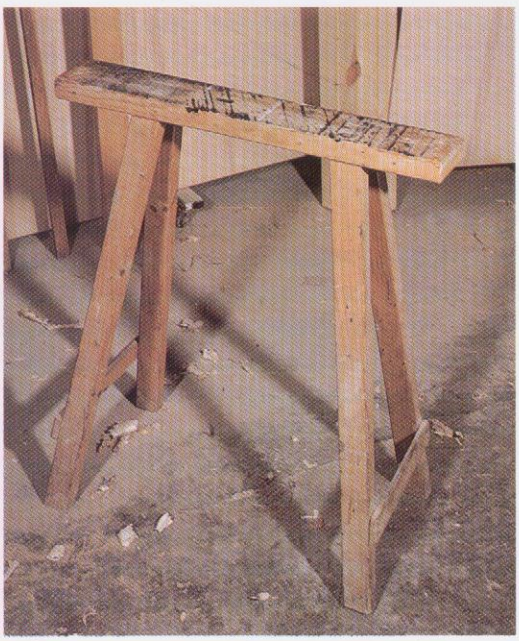


Figura 8

parte delantera derecha lleva unos agujeros en los cuales se inserta una clavija y esto permite la operación sobre piezas largas *(figura 3)*. Este orden de izquierda a derecha deberá invertirse cuando el operario sea zurdo.

La mesa o parte superior del banco estará construida por dos tablones unidos a lo ancho entre sí por acoplamiento y los cabeceros y el listón que forman la canal para contener herramientas *(figura 4)*.

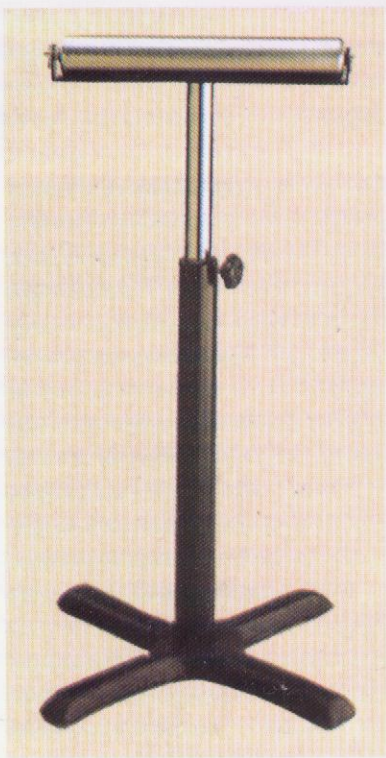
Entre las piezas auxiliares que forman parte integrante del banco destacaremos el corchete y el cajón, este último imprescindible para guardar pequeñas herramientas, instrumentos de medida, etcétera *(figura 5)*. El corchete sirve de tope para evitar que las piezas se deslicen al trabajar sobre ellas, va insertado en la mesa del banco y está compuesto de dos piezas de madera dura en forma de cuña; trabaja a compresión, lo que permite subirlo y bajarlo a la posición deseada sin que se caiga.

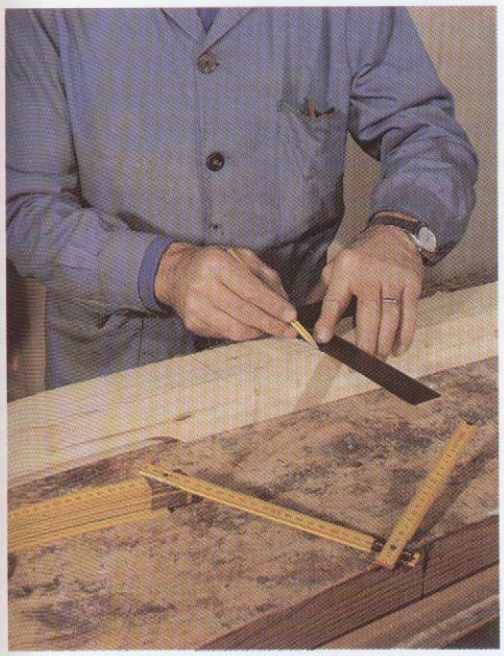
Elementos auxiliares del banco

Para practicar cualquier oficio no sólo es necesario conocer las técnicas aprendidas; la inventiva y el ingenio individual hacen buscar la forma de mejorar el trabajo y hacerlo cada vez con menos esfuerzo; fruto de ello son estos sencillos aparatos, de tanta utilidad, que empezaron siendo construidos por los propios operarios y que hoy pueden encontrarse a la venta en establecimientos especializados en herramientas y utillaje. En las *figuras 6* y *7* se muestran algunos de los que más han generalizado su uso.

Otro de los aparatos que más se utilizan, especialmente para la manipulación de piezas de gran tamaño, son los caballetes, que pueden emplearse solos o en combinación con el banco. En la *figura 8* se ve el clásico caballete de madera, compuesto de un listón de soporte en la parte superior, cuatro patas, dos travesaños y un larguero. Por su sencillez y eficacia se ha adoptado para múltiples usos. Otra variante de caballete construido en tubo de hierro, y que se refleja en la *figura 9*, reúne las ventajas, además, de ser graduable en altura y que el soporte es de rodillo, con lo que se facilita el movimiento longitudinal de las piezas apoyadas en él.

Figura 9





2 Instrumentos para medir, trazar y marcar

Antes de enumerar y describir los útiles que se van a necesitar para las operaciones previas a la utilización de herramientas manuales, debe destacarse que éstas no sólo son necesarias, sino imprescindibles en un taller artesano o que sólo disponga de máquinas básicas.

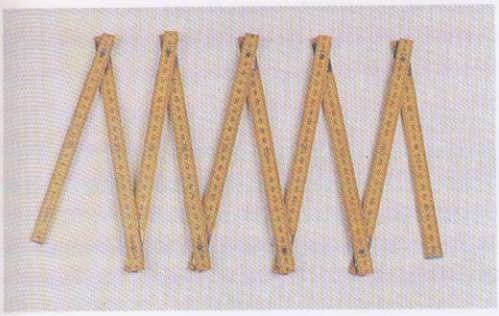
Hay que diferenciar, pues, el taller de la fábrica. En ésta, la maquinaria de tecnología avanzada lleva incorporada a sus piezas la práctica totalidad de estos instrumentos. Hecha esta aclaración, se hace su descripción según el orden lógico en que se van a emplear.

EL METRO

El metro es lo primero que va a necesitarse para trazar o marcar las piezas sobre tablones y tableros, a las medidas deseadas.

Existen varios sistemas de metro; el de varillas, llamado también de carpintero, y el de fleje enrollable dentro de un estuche. Son los de mayor aceptación y uso. En la *figura 10* podemos ver un metro de varillas de madera con la numeración estampada y con capacidad de dos metros. (Este modelo también se fabrica en material plástico y en aluminio con la numeración troquelada.) En la *figura 11* pueden verse algunos de los modelos de metro enrollables.

Figura 10



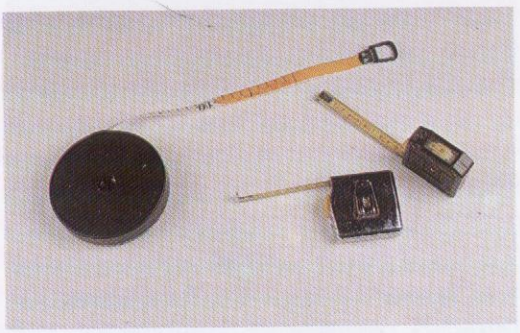
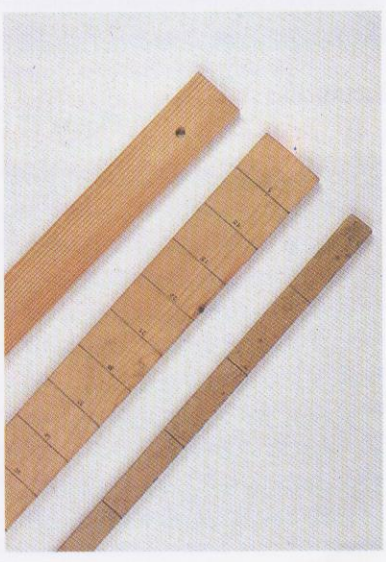


Figura 11

LA REGLA

La regla usada en el taller de carpintería es de madera, escogida sin nudos, con las secciones de ancho y grueso suficientes para permitir el rectificado de sus cantos cuando éstos se deterioran por el uso, que en todo momento están completamente rectos. Puede disponerse de tres longitudes, la mayor puede ser de 250 cm y estar marcada cada 5 cm con unos cortes superficiales en sus caras *(figura 12)*; se usa para marcar tablones que no requieran mucha precisión, sin nece-

Figura 12



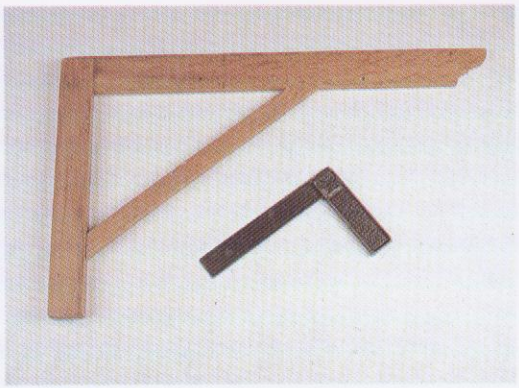


Figura 13

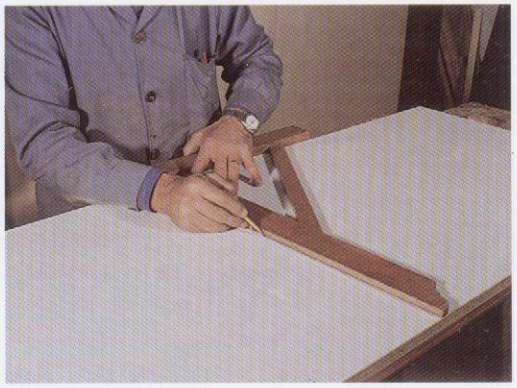


Figura 14

Figura 15

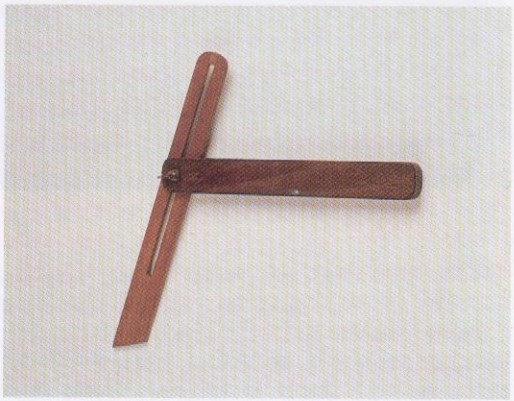


Figura 18

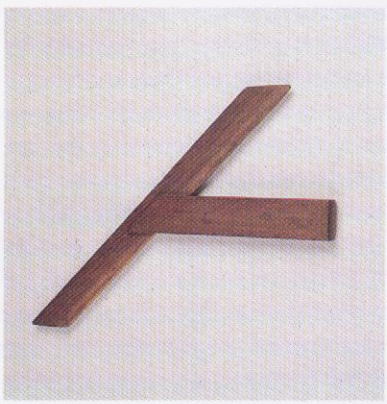


Figura 16

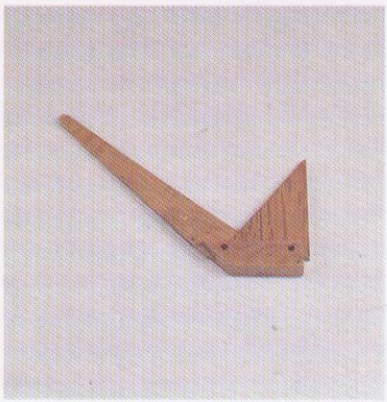


Figura 17

sidad de extender el metro. Las otras dos medidas pueden ser de 200 y 100 cm respectivamente. Estas reglas, además de emplearse en el trazado de líneas, también se usan para la comprobación de superficies planas y en combinación con otros elementos de marcaje y corte.

LA ESCUADRA

Cualquier tablero en forma de rectángulo o cuadrado perfectos puede servir de escuadra; su finalidad es conseguir el trazado de líneas perpendiculares.

La escuadra de carpintero está formada por un brazo que sirve de base y una regla más delgada insertada en ángulo recto *(figura 13)*. Está ideada de forma que permite otras operaciones *(figuras 14 y 15)*. La de madera está construida de gran tamaño y lleva un travesaño inclinado para evitar deformaciones; la de hierro es de tamaño más manejable y tiene la regla graduada en milímetros.

EL CARTABÓN

Un cartabón igual que el empleado para dibujar no es de mucha utilidad para trabajar la madera; el ideado para este fin está pensado para realizar, además del trazado de ángulos de 45°, la comprobación de ingletes. Para su construcción, lo mismo que en el caso de la escuadra, suele emplearse la madera. En las *figuras 16* y *17* pueden verse dos modelos de diferente diseño.

LA FALSA ESCUADRA

Este instrumento, al igual que la escuadra y el cartabón, está formado por un brazo base y una regla. En su construcción puede emplearse la madera y otro tipo de materiales. La diferencia con los anteriores es que la inserción del brazo con la regla no es fija; la regla lleva una ranura calada para que pueda deslizarse a través del brazo, que también lleva una entalladura para la regla. Un tornillo con rosca de mariposa fija la articulación. Este sistema permite tanto el trazado como la comprobación de cualquier ángulo *(figuras 18 y 19)*.

LOS LAPICEROS

Para trazar sobre madera sirve cualquier lapicero de los empleados para dibujar. Tienen una numeración, del uno al

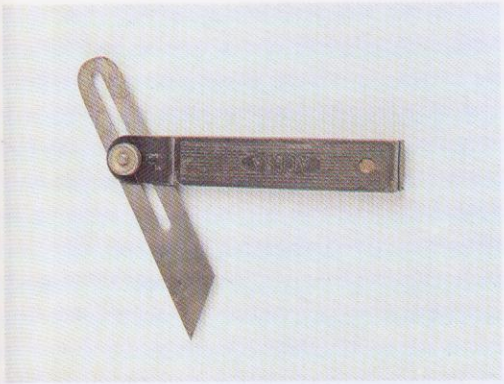


Figura 19

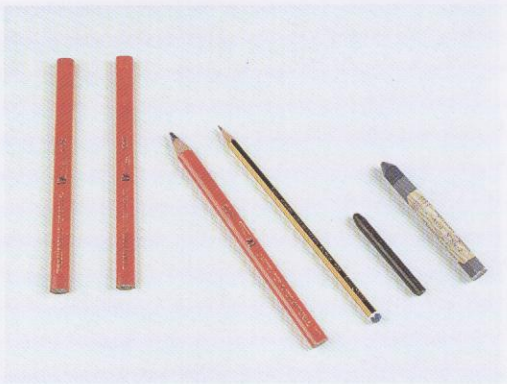


Figura 20

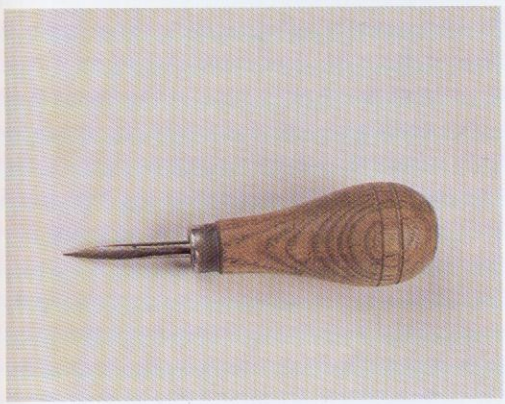


Figura 21

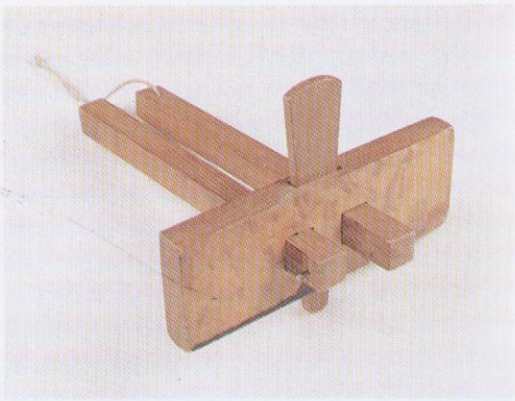


Figura 22

cuatro, que se corresponde con la dureza del grafito. Si se usan los tres primeros números, su desgaste es tan rápido que se pierde mucho tiempo afilándolos. El número cuatro, el más duro de todos, tiene el inconveniente de dejar la marca poco visible. Para resolver este problema existe el lapicero propiamente de carpintero, hecho de sección ovalada y mucho más grueso que los de dibujo, con una dureza intermedia *(figura 20)*. En esta misma figura pueden verse también lapiceros de carpintero y barras de grafito para trazar y marcar madera.

Otro de los útiles comúnmente empleados para marcar es el punzón. Es una barra de hierro acerado con la punta aguzada, insertada en un mango de madera; entre sus muchas aplicaciones en los trabajos sobre madera está la de trazar, en especial cuando sea necesario dejar una marca profunda *(figura 21)*.

EL GRAMIL

Cuando se trata de trazar líneas paralelas sobre madera, el gramil es el instrumento indicado; está compuesto de una pieza rectangular de unos 20 cm de largo, 8 cm de ancho y 2 cm de grueso, y unos listones de 25 cm de largo × 2 cm de ancho y grueso, y una cuña de 12 cm de largo, 3 cm en la parte ancha, 1,5 cm en la parte estrecha y 0,5 cm de grueso. Estas medidas son las ideales para que su manejo sea cómodo y práctico. En la cara de la pieza rectangular lleva dos aberturas para que, deslizándose, pasen los dos listones; en el canto, otra abertura permite el paso de la cuña que los inmovilizará cuando estén a la medida deseada *(figura 22)*. Los listones llevan en uno de sus extremos una punta de hierro afilada para marcar. El gramil suele estar hecho de madera de encina; su dureza la hace muy indicada para resistir bien el desgaste por rozamiento. En la *figura 23* puede apreciarse la pieza con un solo brazo, y su cara de rozamiento curvada, lo que permite el trazado de paralelas por la cara interior de piezas curvadas.

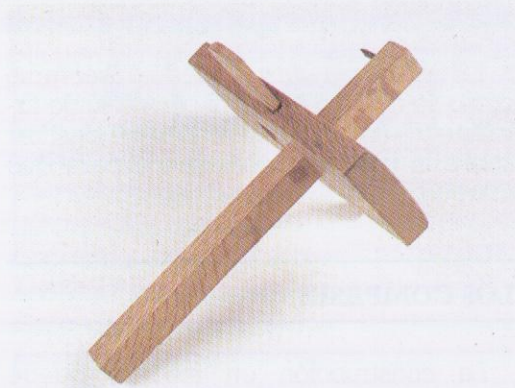


Figura 23

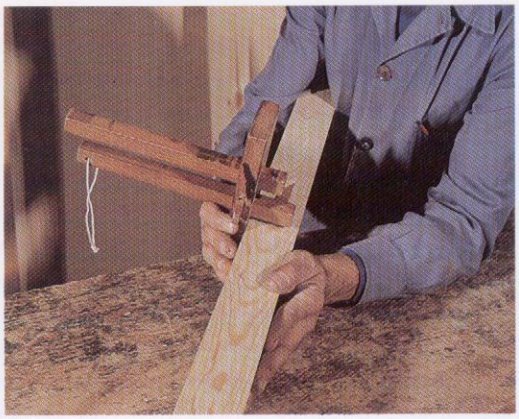


Figura 24a

Figura 24b

Figura 25

Figura 26

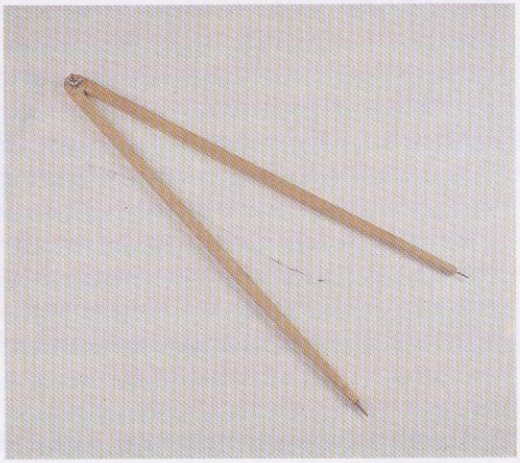
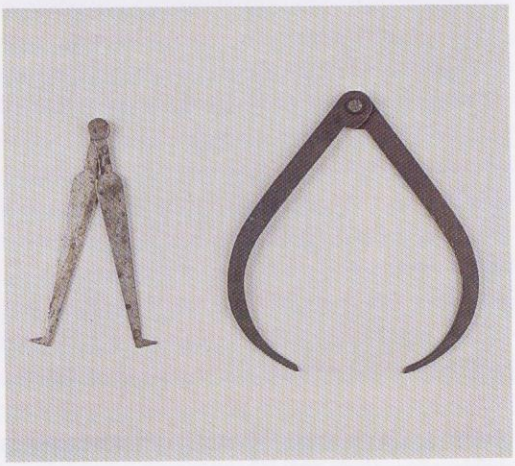


Figura 27



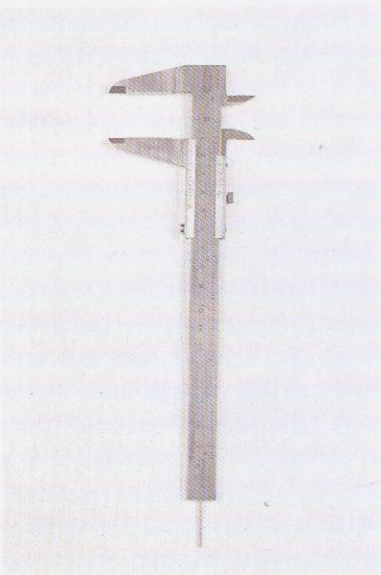
En las *figuras 24a* y *b* puede observarse cómo se maneja el gramil; empujando firmemente con la mano se le hace deslizar sobre la madera, presionando para que marque.

LOS COMPASES

La construcción en madera puede abarcar desde la miniatura hasta obras de gran envergadura. Para trazar líneas curvas con radios de medidas tan diferentes será necesario disponer también de compases adecuados; hasta donde lo permita la abertura de sus brazos pueden utilizarse tanto los compases de dibujo de punta de lápiz, como los de hierro *(figura 25);* un taller bien equipado dispondrá de otros tipos de compases para trazar curvas de radio considerable *(figura 26).*

Otros compases que también son de utilidad para trabajos en madera consisten, según se puede apreciar en la *figura 27,* en el compás de hierro con las puntas curvadas hacia dentro para calibrar espesores, muy usado especialmente en trabajos de torno, y el compás de hierro con las puntas curvadas hacia fuera con el fin de calibrar medidas interiores en huecos. Éstos se tratan por separado de los anteriores porque su uso no sirve para trazar curvas.

Figura 28

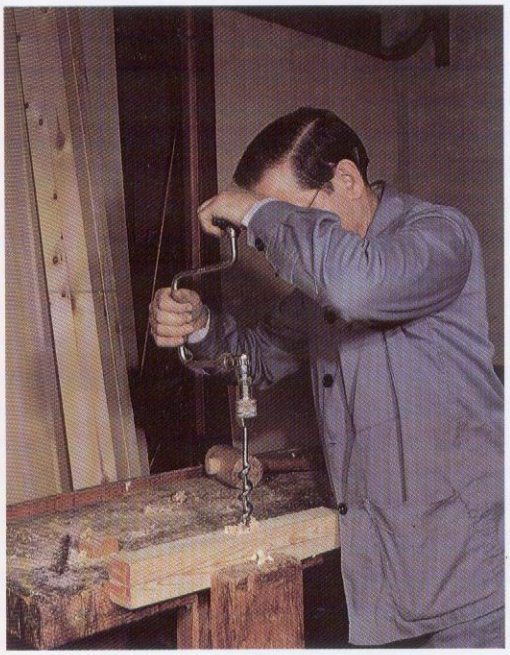


EL CALIBRADOR

Llamado también pie de rey *(figura 28),* está compuesto de una regla graduada, sobre la que se desliza otra también graduada que recibe el nombre de nonio. Estas dos reglas tienen una pieza a escuadra en uno de sus cantos de la parte superior. Entre las dos se pueden calibrar espesores. En el canto opuesto otras dos piezas permiten calibrar medidas interiores por dentro y saliendo por la parte baja una fina varilla nos da la medida en profundidad. La lectura de todas estas medidas se efectúa por mediación del nonio.

El pie de rey puede medir hasta décimas o centésimas, y es de acero para evitar que el desgaste le reste precisión.

Este aparato de medición no puede pasarse por alto, aunque sólo en alguno de los oficios especializados, como el modelista de fundición, el tornero, el fabricante de pianos y el constructor de mesas de billar, puedan justificar su uso. La madera es un material que por su relativa densidad hace ajustes a presión y en pocos casos más será imprescindible su uso.



3 Herramientas manuales

Para trabajar la madera, en el transcurso del tiempo se han ideado y perfeccionado todo tipo de herramientas manuales. Con la mecanización y el desarrollo industrial algunas han sido arrinconadas, considerándose piezas de museo. Una gran mayoría sigue vigente en nuestros días y muchas de ellas son insustituibles, tanto en el taller artesano como en la fábrica o en instalaciones de obra. Son tantas y tan diversas que para facilitar su descripción se presentan por grupos de especialización.

HERRAMIENTAS DE CORTE DENTADO

La materia prima generalmente llega al taller en forma de tablones, tablas, tableros, chapas, etcétera. La primera operación consistirá en cortarla a las medidas pertinentes; ésta es la función de la herramienta de corte dentado; se compone de una hoja de acero templado, con dientes triangulares, inclinados hacia delante, en uno de sus cantos *(figura 29)*, y trabaja con movimientos de vaivén: hacia delante corta, hacia atrás recupera su posición. Con el triscado o traba de los dientes *(figura 30)* se consigue que el surco de corte sea más grueso que la hoja, evitando así la fricción y facilitando el aserrado. El temple de la hoja está calculado de forma que, sin perder resistencia, permita el afilado de sus dientes con una lima de triángulo. Va montada sobre bastidor o manija según sea el caso, sierra o serruchos.

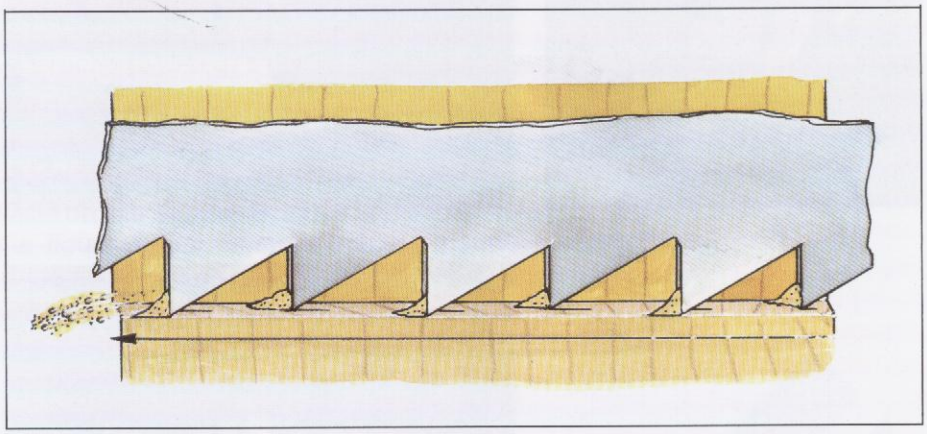
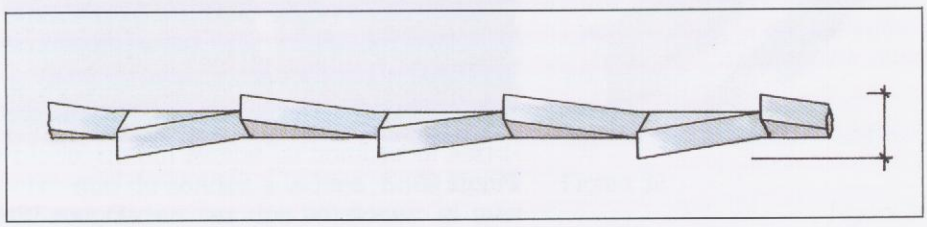


Figura 29

Figura 30



LA SIERRA

Va montada en un armazón de madera, que consta de dos cabeceros, un travesaño central, la hoja de unos 80 cm de largo y 3 o 4 cm de ancho, que se estrecha en sus extremos para quedar insertada en sus correspondientes clavijas mediante pasadores, y varias vueltas de cuerda resistente unen los extremos de los cabeceros. Finalmente, la tarabilla retuerce la cuerda y apoyándose en el travesaño ten-

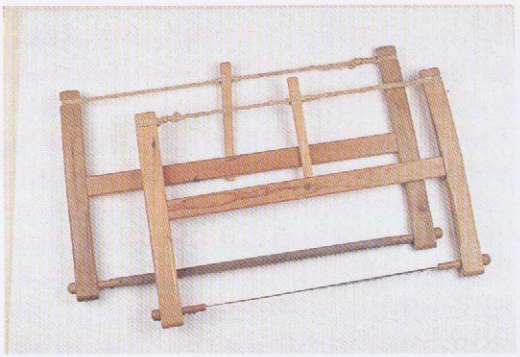


Figura 31

sa la hoja. El conjunto queda así en disposición para trabajar.

En la *figura 31* puede verse una sierra de hoja ancha para cortar en línea recta y otra de hoja estrecha y diente más pequeño que permite el paso para aserrar en curva; este tipo de sierras tiene una limitación, no pueden aserrarse tablas a lo largo, de medida más ancha que la que existe entre la hoja y el travesaño central; haciendo girar las clavijas puede variarse la orientación de la hoja, lo que la hace más maniobrable.

Tres ejemplos de la técnica utilizada para trabajar con esta herramienta son: tronzar un tablón *(figura 32a)*; aserrar a la francesa *(figura 32b)*; sacar un hilo al canto *(figura 33)*.

Figura 32a

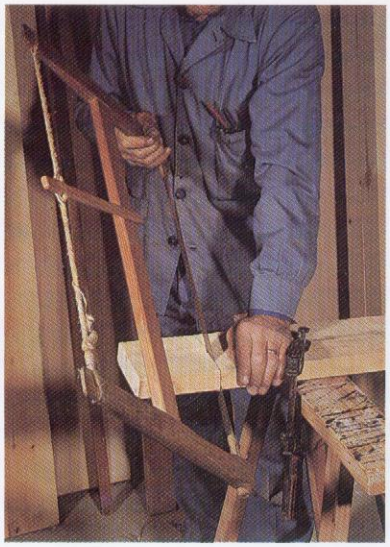
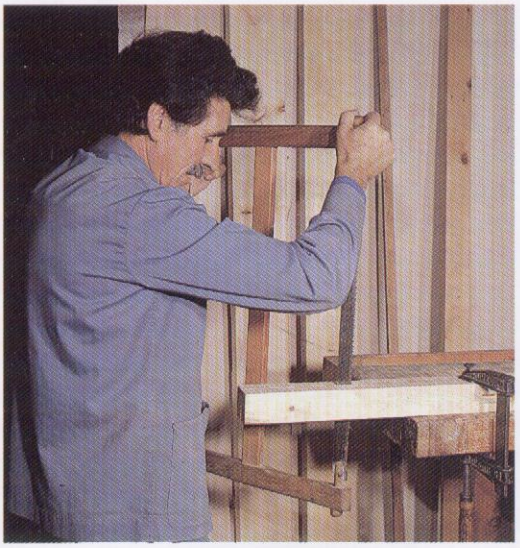


Figura 32b



Sierra de sobremesa

La sierra de las *figuras 34a* y *b* está hecha enteramente de hierro, un soporte en ángulo sujeta la madera y unas guías giratorias y un soporte la fijan en el ángulo deseado. Puede serrar en ángulos de 45 y 90°. Su manejo es enteramente manual y aunque su hoja es bastante ancha, el diente tan pequeño permite conseguir cortes de gran precisión y sin astillas.

Figura 33

Sierra de marquetería

Otra de las sierras más interesantes que se conocen es la usada para marquetería y calados en madera. Está compuesta de un fuerte armazón de madera en posición vertical, mientras otro más pequeño se desliza por su interior. Una ballesta de madera, sujeta por el centro al armazón grande y por los extremos al pequeño, ofrece la resistencia suficiente para que un pedal, también de madera, al ser presionado hacia abajo con el pie

Figura 34a

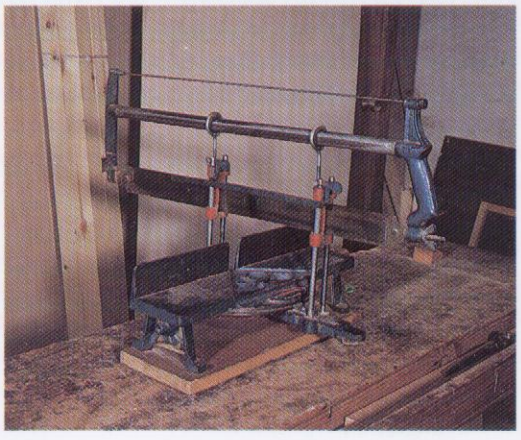


Figura 34b

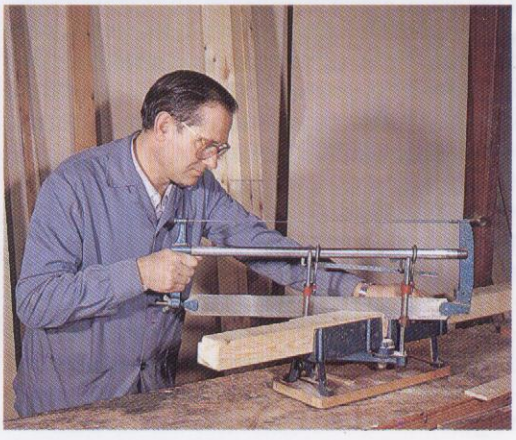


Figura 35

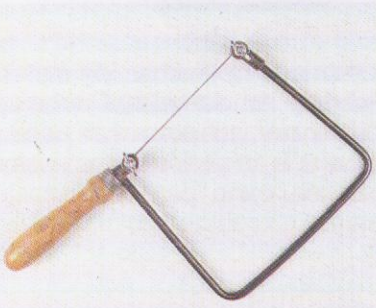


Figura 36

le dé movimiento de vaivén. En el centro del bastidor grande, una mesa horizontal da soporte a las piezas que se han de calar; la hoja de sierra tan fina, que recibe el nombre de pelo, atraviesa la mesa quedando sujeta por dos pequeños portabrocas, alojados uno arriba y otro abajo del bastidor pequeño *(figura 35)*.

No ha perdido actualidad el arco de sierra para calados de poca extensión y sobre tableros no muy gruesos. Su construcción, como se ve en la *figura 36*, es muy simple. Una varilla de acero flexible en forma de U, una prensa en cada extremo del arco para sujetar la hoja de sierra y un mango de madera torneada hacen de esta sencilla herramienta un buen auxiliar de la artesanía y el bricolaje.

Serrucho de tronzar

Se diferencia de la sierra en que la hoja es mucho más ancha y de líneas convergentes. En la parte más abierta va insertada una manija fijada a la hoja por medio de tornillos pasadores y rosca ciega; este serrucho *(figura 37)*, por su sencillez y fácil manejo, tiene una gran aceptación incluso fuera del ámbito profesional. Sin estar ideado para sustituir a la sierra, tiene la ventaja sobre ésta de que puede aserrar sin las limitaciones señaladas en la *figura 32*, un ejemplo práctico puede observarse en la *figura 38*.

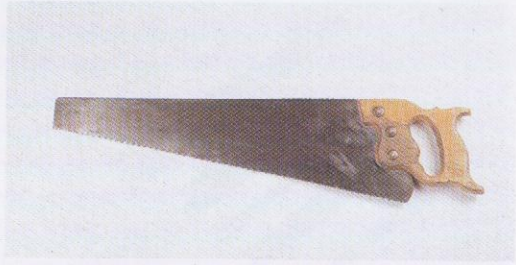


Figura 37

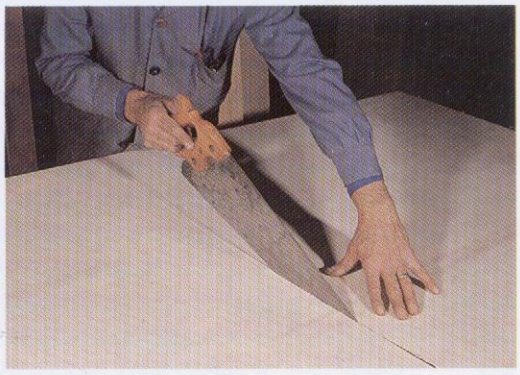


Figura 38

Serrucho de costilla

Este serrucho está dedicado a realizar cortes de precisión, generalmente sin profundizar demasiado en la madera. Tiene la hoja de forma rectangular, es más fina y con los dientes más pequeños que el de tronzar; va reforzada por el lomo con una costilla de chapa de hierro doblada, de ahí recibe su nombre el serrucho, que da solidez a la hoja. En la *figura 39* se pueden ver dos versiones: el más pequeño, que se utiliza para trabajos muy delicados, lleva el mango torneado; los dientes de pequeño tamaño garantizan un corte limpio, sin astillas.

Figura 39

Serrucho de punta

El serrucho de punta, como puede verse en la *figura 40*, es de una gran simplicidad. Su hoja muy estrecha y la manija abierta permiten hacer cortes en redondo o calados que no tengan las curvas muy cerradas. El temple de la hoja no de-

Figura 40

Figura 41

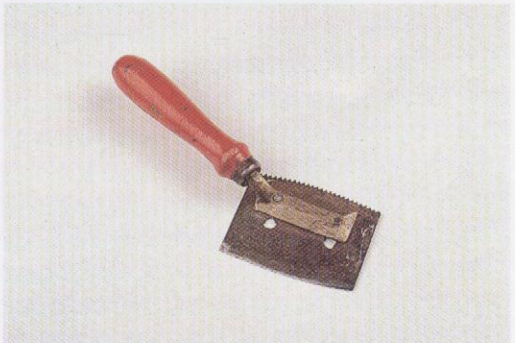


Figura 42

Figura 43

Figura 44

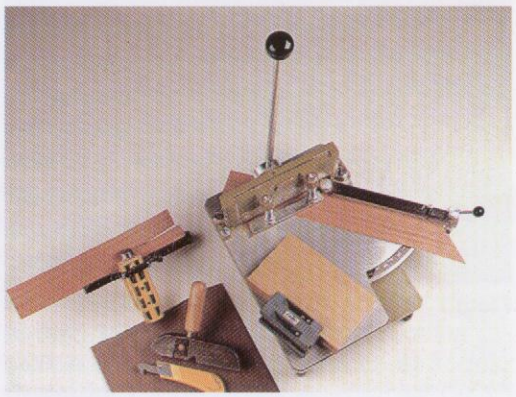


Figura 45

berá tener excesiva dureza para evitar que se rompa con un movimiento brusco.

Serrucho de manija intercambiable

Esta combinación de tres hojas de serrucho, de tronzar, de costilla y de punta, están ideadas y fabricadas para funcionar con una sola manija.

Como puede verse en la *figura 41*, cada una de las hojas lleva una ranura, en la que se inserta la manija, que se fija por medio de una palanquita que acciona un tornillo de presión.

Cortachapas

La chapa de madera es tan fina (ocho décimas de grueso) que para hacer los cortes limpios y sin astillas se precisa esta herramienta *(figura 42)*. El cortachapas está compuesto de una hoja de hierro acerado, con los cantos ligeramente curvados y dentados, y un soporte con mango de madera torneada al que se fija la hoja con los tornillos. Hay que destacar que esta hoja con el dentado extremadamente fino, a diferencia de sierras y serruchos, no lleva trisque o traba, por el contrario se afila a corte de cuchillo. La inclinación del mango da a la hoja la posición idónea de corte *(figura 43)*.

La salida de planchas de material estratificado y láminas plastificadas de aplicación sobre madera ha dado lugar también a la creación de nuevas herramientas de corte para estos materiales *(figura 44)*.

HERRAMIENTAS DE CORTE CON HOJA DE FILO VACIADO

Después de haber sido cortada con la sierra, la madera deberá ser cepillada, rebajada, moldurada, etcétera; aquí es donde entran en funcionamiento las herramientas de corte con filo vaciado.

Este grupo de herramientas, que tiene en común la hoja de corte, debe ser catalogado a su vez en dos grupos claramente diferenciados: de corte guiado y de corte libre.

Herramientas de corte guiado

La pieza principal de estas herramientas, la hoja de corte, es de acero templado, afilada en bisel ligeramente cóncavo; si es para desbastar, va de una sola pieza. Cuando se pretende afinar o pulir el trabajo va provista de cubierta o contrahoja, lo que evitará que se levanten astillas o repelo en la madera *(figura 45)*. Se complementa con una caja de madera dura,

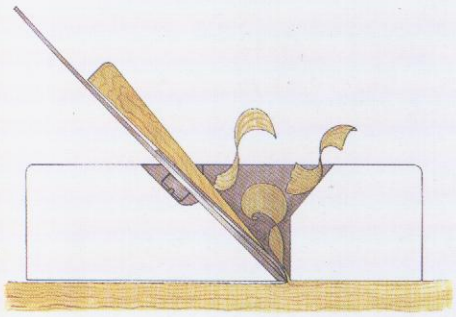


Figura 46

generalmente encina, que lleva una abertura transversal donde va alojada la hoja, que se fija por medio de una cuña, también de madera *(figura 46)*. Para un buen funcionamiento, la abertura de la caja por la parte inferior se realizará mediante una ranura mínima que se irá ensanchando hacia arriba, así las virutas pasarán libremente sin estancarse.

CEPILLOS

De estas herramientas de corte guiado, conocidas con el nombre genérico de cepillos, pueden agruparse las que tienen exactamente la misma función y sólo se diferencian por sus medidas. En la *figura 47* puede verse todo el grupo, en el que también se incluyen cepillos enteramente metálicos.

Garlopa

Tiene una caja de unos 80 cm de largo, 5 cm de ancho y 8 cm de altura, con hoja y contrahoja; lleva una manija en lo alto por detrás de la hoja, que facilita su manejo; se utiliza para cepillar tablas largas y rectas.

Garlopín

De iguales características que la garlopa, con la diferencia de ser más pequeño y con una sola hoja; se usa para desbastar.

Cepillo

De menor medida que los anteriores y por ello más manejable también, es una de las herramientas que más se utiliza; como en los casos ya señalados, el cepillo de una sola hoja es para desbastar y el de hoja y contrahoja para afinar o pulir.

Cepillo curvado

Este cepillo tiene la particularidad de que su base es convexa, se utiliza para cepillar la madera del interior de curvas que no sean más cerradas que las del propio cepillo; este modelo con caja de madera queda mejorado por el cepillo enteramente metálico; tiene como base una lámina de acero flexible, con flejes de sujeción en los extremos y un tornillo sin fin rematado en un pomo, que, al accionarlo en una u otra dirección, coloca la herramienta en posición de cepillar sobre maderas curvadas, tanto en interior como en exterior.

Cepillo de dientes

Poco tiene en común con los anteriores; la hoja por una cara está rayada con finas estrías muy juntas que, al afilarla, hace aparecer en el corte otros tantos dientes pequeños; la caja también se diferencia de las otras porque la abertura transversal es casi perpendicular a la base; este cepillo solamente se usa para dar aspereza a las superficies de madera que van a ser encoladas.

Figura 47

MOLDURAS

Este segundo grupo de herramientas de corte guiado *(figura 48)* interviene después de que la madera se ha cepillado y regruesado. Se diferencian del grupo anterior (cepillos) en que la caja, en su base, deja libre todo el ancho de la hoja; como la cuña cierra por completo la parte superior, la abertura para el paso de la viruta es de forma semicircular y está si-

Figura 48

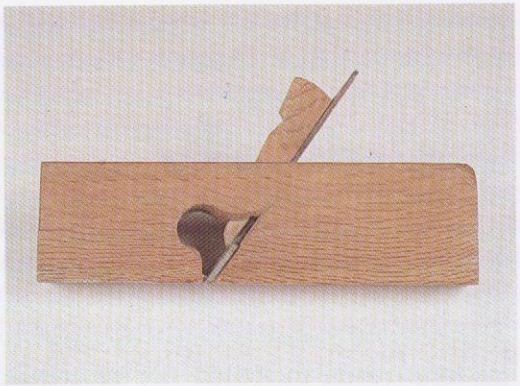


Figura 49

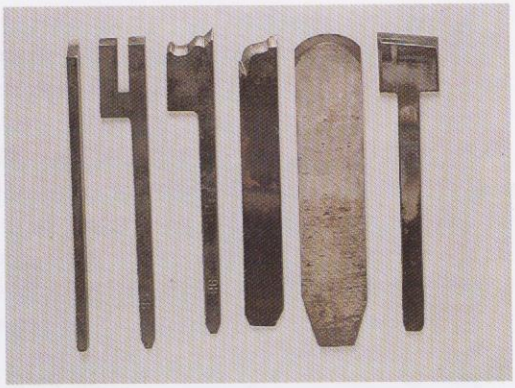


Figura 50

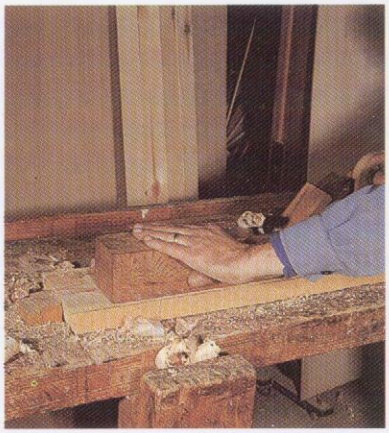


Figura 51a

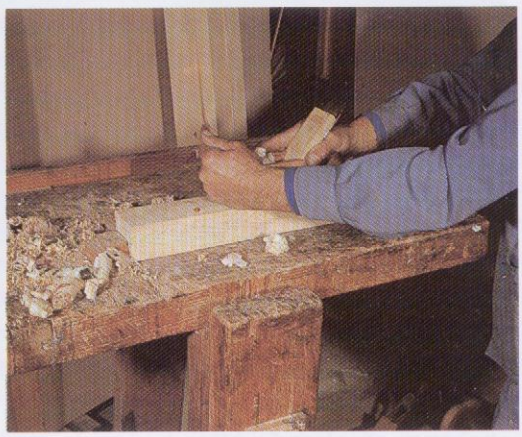


Figura 51b

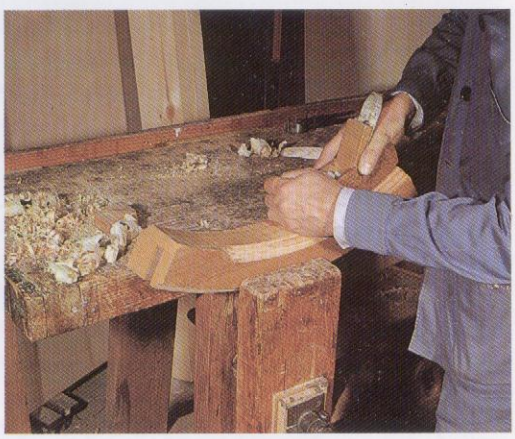


Figura 51c

Figura 52

tuada justo por encima de la zona de corte *(figura 49)*. La hoja, a diferencia de los cepillos, es muy estrecha por arriba y no lleva contrahoja, su corte puede ser recto o tener otras formas que determinarán la moldura *(figura 50)*.

Guillame

Esta herramienta se usa para rebajar la madera de forma escalonada. La caja puede presentar las siguientes dimensiones: unos 25 cm de largo, 10 cm de alto y de 2 a 3 cm de grueso. El ancho de la hoja despejada en toda su zona de corte facilita la limpieza de los ángulos de rebaje. En combinación con estas herramientas, boceles concretamente, pueden hacerse toda clase de molduras.

Rebajador

Es un guillame de mayor medida que el anterior. En su base lleva una regla graduable, que sirve de guía para ajustar el ancho del rebajo; al ser ésta su única especialidad, su mayor tamaño y la guía hacen más sencillo el manejo de esta herramienta.

Bocel

De iguales características que el guillame, sólo se diferencia en la base de corte; en el bocel, tanto la caja como la hoja tienen forma de medio bordón que al trabajar sobre la madera realizan molduras de media caña. Con boceles de varias medidas de grueso y el guillame pueden hacerse todo tipo de molduras.

Moldura

Al igual que en el caso del bocel, la base de corte, tanto de la caja como de la hoja, está configurada con el contraperfil de la moldura completa de que se trate; para hacer molduras con perfiles diferentes se necesitan otras tantas herramientas con el contraperfil deseado.

Acanalador

Sirve para hacer canales en la madera. Está compuesto de dos piezas que se complementan entre sí: una que lleva alojada la hoja de corte para hacer las ranuras; la otra, adosada lateralmente, sirve

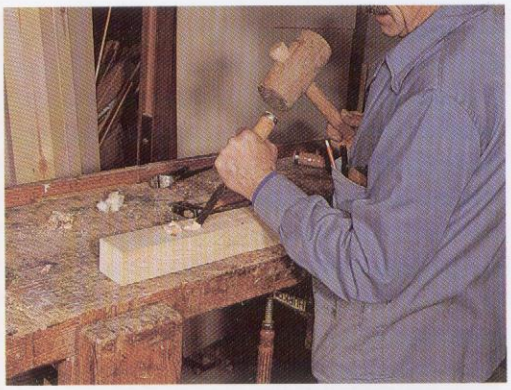


Figura 53a

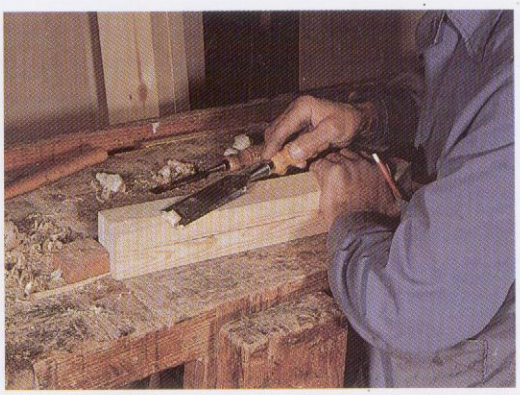


Figura 53b

de guía y puede graduarse mediante dos tornillos sin fin, para limitar las distancias en paralelo.

Machihembrador

Tiene la particularidad de reunir en una sola herramienta dos hojas de corte dispuestas en sentido inverso una de otra; según por la cara que se trabaje sobre la madera saldrá el perfil de la hoja correspondiente al macho o la hembra.

La técnica de trabajo es la misma para todo el grupo de herramientas de corte guiado *(figuras 51a, b* y *c)*. Necesitan sujetarse fuertemente con las dos manos; una pierna hacia delante y la otra asentada firmemente detrás dan la posición adecuada para desarrollar la fuerza física que requiere su manejo.

Herramientas de corte libre

Estas herramientas de filo vaciado están compuestas de una hoja de acero templado, afilada por un extremo, y el otro se va adelgazando hasta acabar en forma puntiaguda, donde se inserta un mango de madera torneada *(figura 52)*.

Su correcto manejo dependerá de la habilidad manual del operario; de ahí procede su denominación de herramienta de corte libre.

FORMÓN

La hoja del formón es de acero templado y tiene un grueso aproximado de 3 a 4 mm. Suele llevar los bordes biselados para su mejor penetración en rincones y esquinas; se usa para cortar la madera en cualquier dirección, hacer rebajes, ajustes, encajar bisagras, cerraduras, etcétera, puede manejarse con una o ambas manos; en el primer caso y para evitar accidentes, no debe sujetarse la madera con la mano libre, por delante del corte *(figuras 53a* y *b)*.

La anchura del formón varía entre 4 y 40 mm; un taller que esté bien equipado debe disponer de distintas medidas de ancho *(figura 54)*.

ESCOPLO

Es tan parecido al formón que resulta difícil distinguir entre uno y otro; la única diferencia es que el escoplo tiene la hoja más robusta. Se usa en los trabajos donde es preciso cortar profundamente la madera, como cuando se trata de hacer mortajas y escopleaduras para ensamblar; esto se consigue dando fuertes golpes de maza sobre el escoplo y haciendo palanca para arrancar la madera cortada *(figuras 55a* y *b)*, lo que justifica que la hoja sea más gruesa, el mango sea de madera torneada y lleve en la parte superior un refuerzo de metal para evitar que pueda astillarse.

GUBIA

La característica principal de esta herramienta, su hoja curvada y vacía en for-

Figura 54

Figura 55a

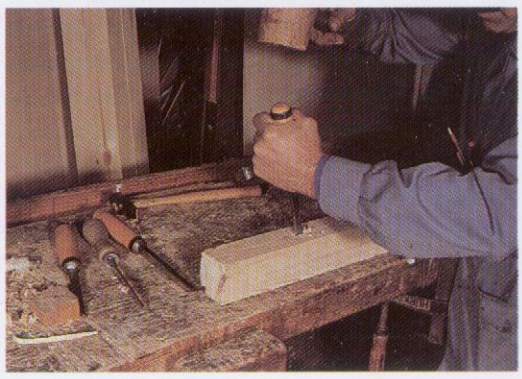


Figura 55b

Figura 56

Figura 57

ma de media caña, hace que el corte resulte en arco de círculo. La gubia es la herramienta fundamental de tallistas y escultores en madera; por la complejidad del trabajo de estos oficios, es imprescindible disponer de una gran cantidad de herramientas de muy variadas formas y medidas.

Algunas de ellas, gubia recta, curva, acordada al frente, acordada al dorso, en V o gubia esquina, pueden verse en la *figura 56*. En trabajos de carpintería y ebanistería, cuando se trata de encajar sobre madera piezas de metal y otros materiales de perfil circular, se emplea la gubia de mediacaña.

La técnica de trabajo con gubias es enteramente manual y con ayuda de una maceta para golpear sobre el mango, especialmente en tareas de desbaste *(figura 57)*.

Figura 58

HERRAMIENTAS DE PERFILAR Y PULIR *(figura 58)*

Escofina

Esta herramienta es una especie de lima, que tiene el perfil por una cara plano y por la otra en forma de media caña, ambas con dientes gruesos y triangulares. Se emplea para desbastar y está especialmente indicada para perfilar curvas y rectas con redientes donde no se puede acceder con el cepillo.

Lima

Para trabajar la madera puede emplearse una lima de las que se usan para desbastar metal, tanto de perfil rectangular, como de una cara plana y otra de media caña. La función de la lima es acabar de perfilar y quitar las asperezas dejadas por la escofina.

Limatón

Es una lima con perfil cilíndrico que va estrechándose hacia la punta; también conocido como cola de rata, es imprescindible disponer de las dos versiones existentes: con diente de escofina y con rayado de lima.

El limatón se utiliza para perfilar curvas de pequeño radio y agrandar aberturas o taladros.

Cuchilla

La cuchilla es una de las herramientas más sencillas de cuantas se precisan para trabajar la madera. Se trata de una hoja de acero templado semiduro, con unas dimensiones aproximadas de 12 a 14 cm de largo, unos 6 o 7 cm de ancho y 1 mm de grueso. Su corte consiste en la rebaba que se le da a las cuatro aristas longitudinales.

Se usa para afinar la madera en sus últimas fases de acabado y en la restauración de muebles. Se utiliza presionando con las dos manos para que trabaje ligeramente arqueada *(figura 59)*.

Bastrén

El bastrén es una cuchilla que va montada dentro de una caja de madera o hierro y con un sistema parecido al cepillo, en este caso la hoja lleva muy poca inclinación de corte; junto con la cuchilla, es muy usado para perfilar curvas por ebanistas y silleros.

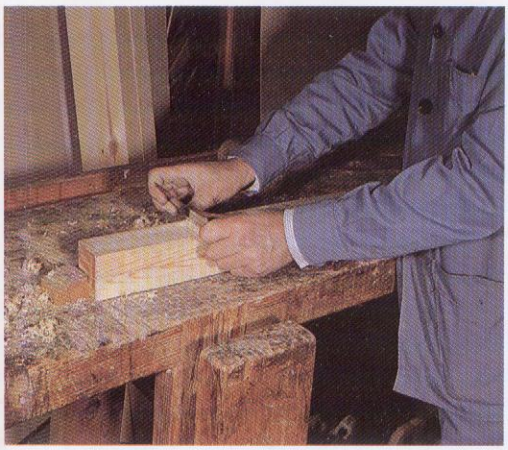


Figura 59

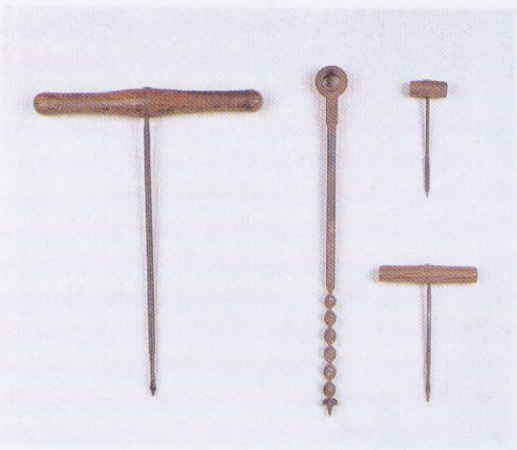


Figura 60

Lija

Está hecha de papel fuerte, que en una de sus caras lleva polvo de vidrio, arena o esmeril fijados con cola; para diferenciar asperezas las hojas van numeradas: el número 4 corresponde al grano más grueso, le siguen los números 5, 6, 0, 00, 000 siendo este último el más fino; si bien no puede considerarse exactamente una herramienta, la lija es un elemento imprescindible para el acabado final, dejando la madera pulida y dispuesta para ser teñida, barnizada o pintada.

HERRAMIENTAS DE TALADRAR Y ATORNILLAR

Barrena

Para taladrar madera, una de las herramientas más antiguas es la barrena. Consta de un gusanillo, especie de tornillo terminado en punta, que sirve de guía central, y le sigue la zona de corte con un gavilán que marca el diámetro para evitar las astillas que pueda producir la hoja de corte. Continúa con estrías helicoidales que facilitan la salida de la viruta, y termina en forma de cuadradillo donde va insertado el mango. Otra versión, que también se llama barreno, se usa para hacer taladros de mayor diámetro, y lleva un ojo en la parte superior donde se introduce un palo redondo para manejarlo con las dos manos *(figura 60)*.

Berbiquí

Puede decirse que el berbiquí es un mango intercambiable y perfeccionado para que se pueda trabajar con varios tipos de barrenas, de una manera más rápida y cómoda; se compone de una varilla de hierro en forma de U; en el centro y en uno de sus extremos lleva unas empuñaduras de madera, en el otro extremo un sencillo portabrocas. Otras versiones incorporan un trinquete al brazo del portabrocas, lo que permite hacer agujeros en rincones y ángulos difíciles donde no es posible dar una vuelta completa *(figura 61)*.

Broca

Las brocas o barrenas, que también pueden llamarse así, son la razón de ser del berbiquí. Todas estas barrenas tienen las mismas características ya descritas. En este caso, al estar destinadas a trabajar con berbiquí o taladro, la parte destinada al mango acaba de forma piramidal o cilíndrica, dependerá del tipo de portabrocas para el que estén ideadas; en la *figura 62* pueden observarse diversos tipos de brocas: de espiral, salomónica, de tres puntas, de lanza, avellanador.

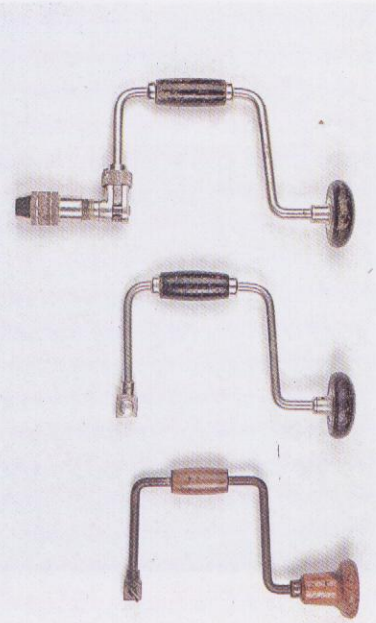


Figura 61

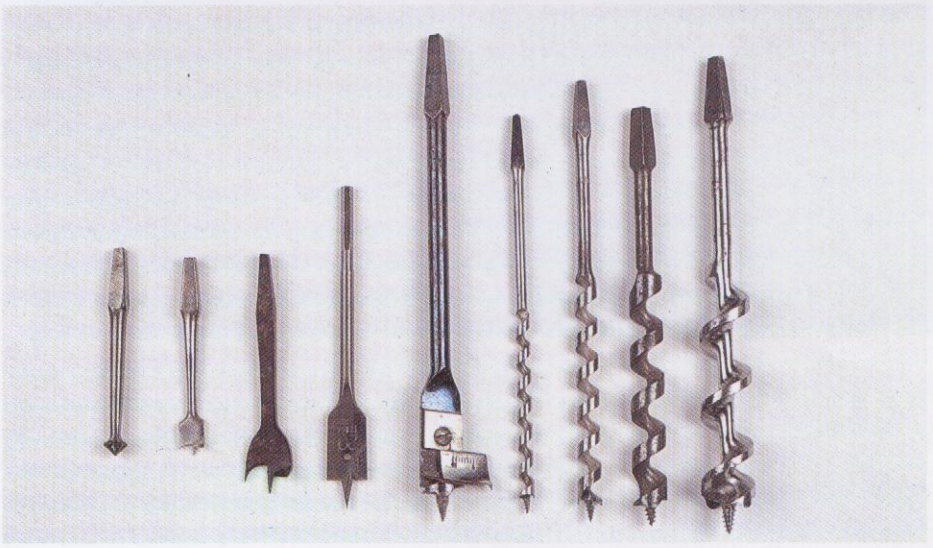


Figura 62

Figura 63a

Figura 63b

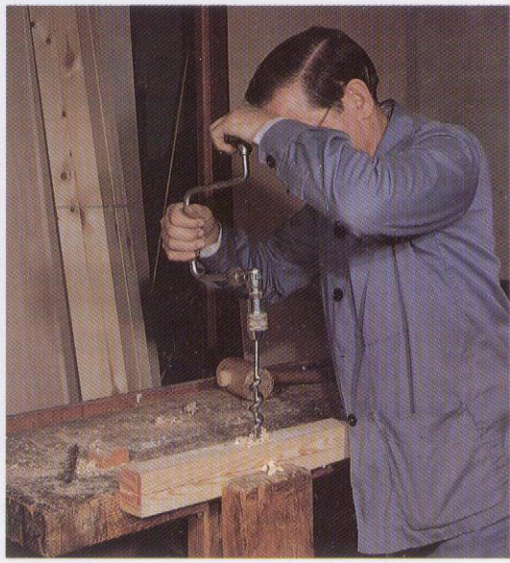


Figura 63c

Figura 64

Taladro

El taladro se compone de un eje recto, en un extremo el portabrocas y en el centro el mecanismo de funcionamiento, que consta de una rueda dentada sincronizada a dos piñones sujetos al eje, y provista de una manivela con un pomo giratorio; otro pomo fijo al centro del eje permite sujetar el aparato mientras trabaja. Con este sistema se puede taladrar con mayor velocidad que con el berbiquí, a cambio de una pérdida de potencia, por lo que no se pueden hacer taladros con brocas de gran diámetro *(figuras 63a, b* y *c)*.

Otra versión más simple es el taladro llamado de vaivén. A lo largo del eje lleva unas estrías, con un pequeño collarín, que, haciéndolo subir y bajar desde el mango al portabrocas, da el movimiento giratorio necesario para taladrar. Sólo se emplea con brocas muy finas.

Destornillador

Está formado por una varilla cilíndrica de hierro, insertada en un mango de madera estriada. En la parte baja del mango, un aro de metal y un pasador fijan las dos piezas; al otro extremo de la varilla el hierro está expandido y acerado para formar la boca correspondiente al tipo de cabeza del tornillo para el que está destinado: de ranura simple, de estrella, octogonal *(figura 64)*.

Otras versiones de destornillador son los llamados automáticos; uno más sencillo lleva un trinquete entre el mango y la varilla y un retenedor móvil, que hace la fuerza en sentido de atornillar o desatornillar, según la posición de broqueo del retenedor. Otro más complejo, además de estos mecanismos, lleva unas estrías en la varilla, que, engranadas con la base del mango, permiten que la boca del des-

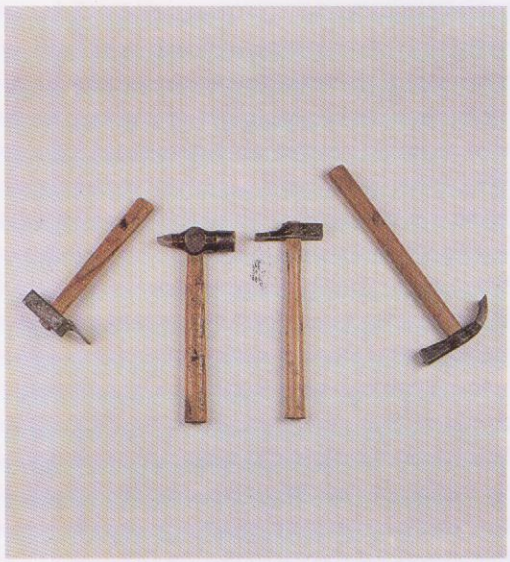


Figura 65a

Figura 65b

tornillador gire imprimiéndole movimientos de vaivén.

Hasta ahora, los mangos se habían fabricado de madera; en la actualidad, con la incorporación de nuevos materiales, son de plástico duro y las varillas de aleación de cromo vanadio, lo que permite la creación del destornillador múltiple con mango intercambiable.

HERRAMIENTAS DE PERCUSIÓN Y EXTRACCIÓN

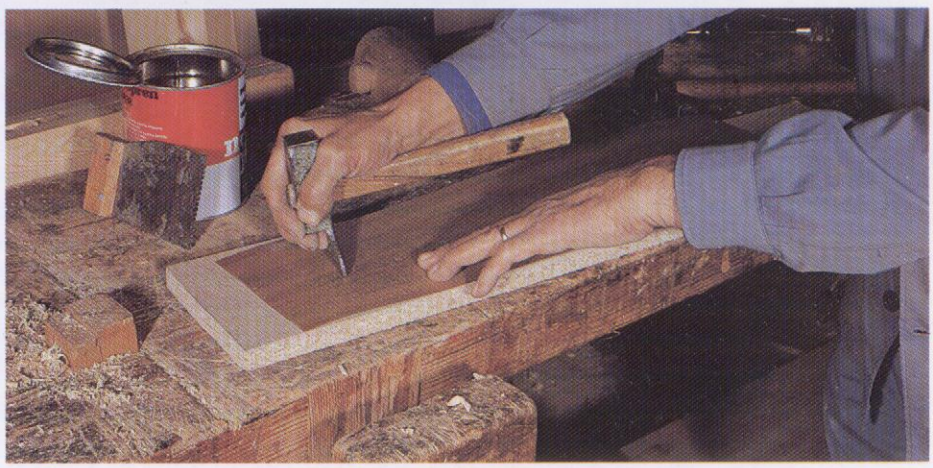
Martillo

Esta herramienta, que sirve para golpear, clavar, etcétera, es de uso universal. Su composición no puede ser más simple: una cabeza de hierro y un mango de madera dura y correosa. La cabeza, que en su centro lleva un orificio para encajar el mango, tiene el diseño adecuado en cada caso para el trabajo a que se le destina. En las *figuras 65a* y *b* se puede ver el martillo de carpintero o de orejas, para clavar y desclavar juntas, el de ebanista o de peñas y el de chapear. Este último, con la parte delantera plana, se utiliza para fijar con cola las chapas de madera delgada.

En las *figuras 66* y *67* puede observarse la técnica empleada para el uso correcto de estos martillos.

Figura 66

Figura 67



Mazo

Lo mismo que el martillo, el mazo o maza es una herramienta para golpear. La diferencia está en su uso. El mazo, que tiene la cabeza de madera, plástico duro o metal relativamente blando como el bronce, se emplea para el armado de ensambles, golpear sobre mangos de herramientas y otros trabajos donde reemplaza

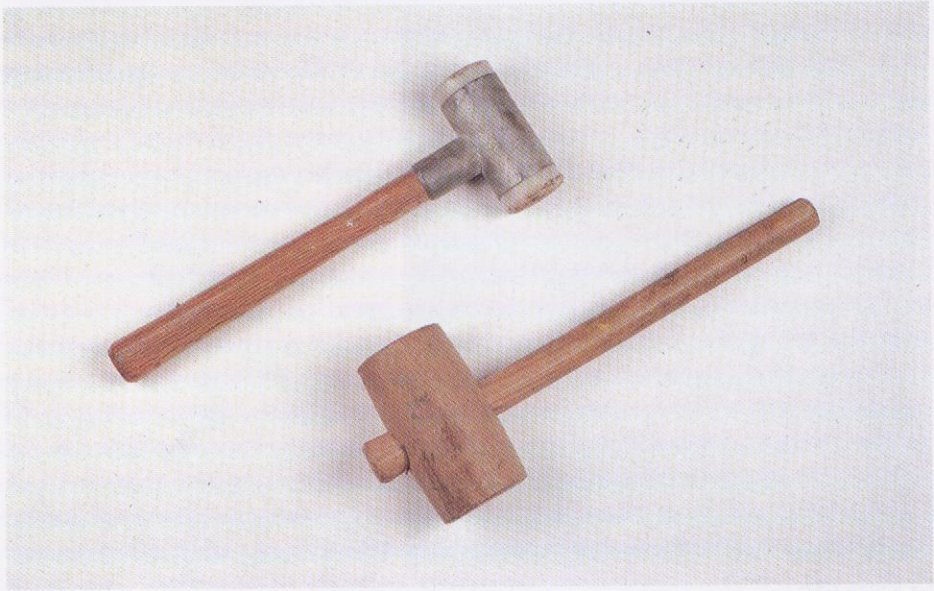


Figura 68

Figura 69

Figura 70

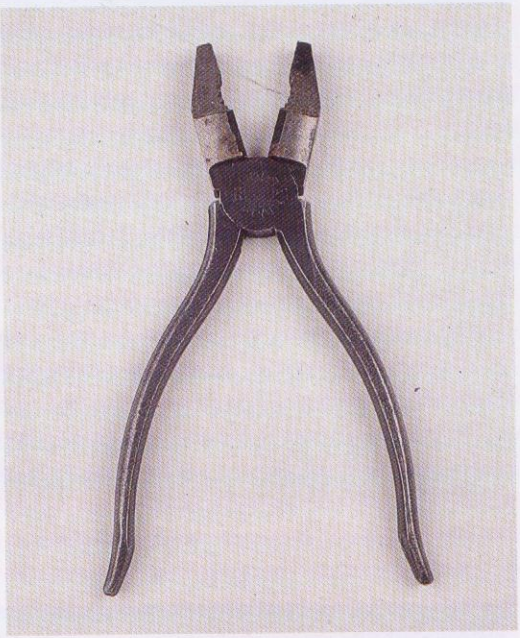


Figura 71

al martillo, que con su cabeza de hierro dejaría marcas en la madera o rompería los mangos *(figura 68)*. La cabeza de los mazos se hace de figura rectangular o torneada en forma de barrilete. Los de metal los usan habitualmente los escultores y tallistas en madera; la forma alargada de la cabeza y el mango corto son los apropiados para trabajar sobre los mangos de los formones y gubias, con golpes secos y repetidos.

Tenazas

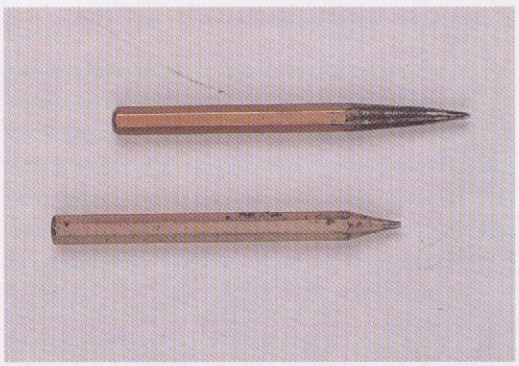
Las tenazas son un instrumento de hierro que está formado por dos brazos móviles, trabados por un eje remachado. Hay tenazas de muy variadas formas, según el uso para el que estén destinadas. En la *figura 69* se puede ver el tipo de tenazas usadas en carpintería, principalmente para la extracción de clavos; como llevan la boca algo afilada, también pueden emplearse para cortar alambre y para sujetar pequeñas piezas en el momento en que se vaya a proceder a su manipulación.

Alicates

Están construidos por el mismo sistema que las tenazas. Al igual que éstas también son utilizados en otros oficios; asimismo, puede variar su forma en función de la especialización para la que hayan sido ideados.

Figura 72a

Figura 72b



En carpintería se usa el modelo llamado universal *(figura 70)*, muy útil para sujetar piezas, cortar alambre y cualquier otro trabajo de pinza.

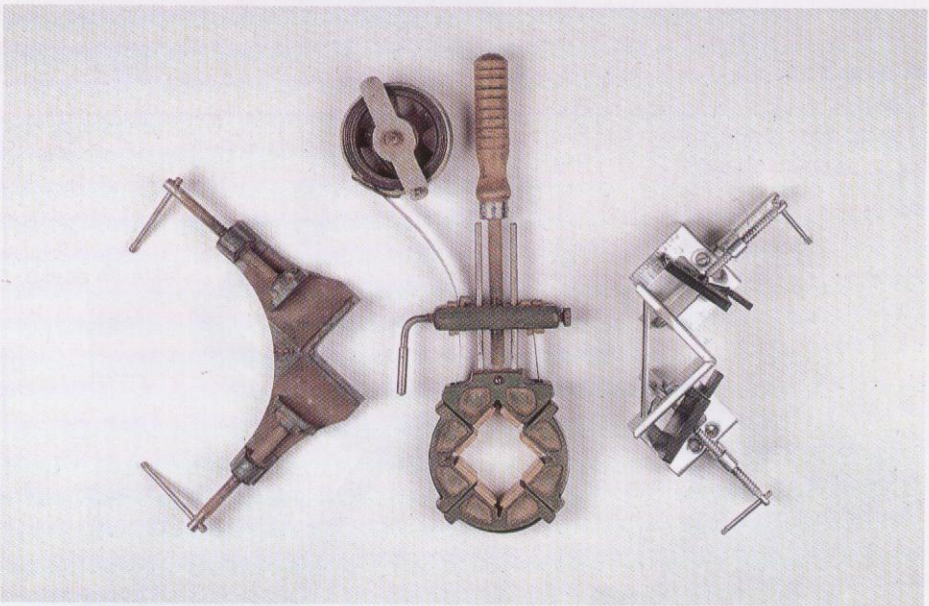
Pata de cabra

Es una barra de hierro acerado, en especial diseñada para abrir cajas de embalaje *(figura 71)*. En un extremo tiene forma de palanca, por el otro, además de palanca, acaba del mismo modo que el martillo de orejas. Esta forma de uña partida, que sirve para sujetar la cabeza de las puntas en el momento de la extracción, da nombre a esta herramienta.

Botador

Es una varilla de acero afilada por el extremo sin que llegue a tener pincho. Se usa para embutir clavos *(figuras 72a* y *b)*, donde también puede verse la técnica de su empleo, sujetando el botador con una mano y apoyando su punta truncada sobre la cabeza del clavo. Con el martillo en la otra mano se golpea hasta embutirlo a la profundidad deseada.

Figura 73



HERRAMIENTAS DE PRESIÓN Y APRIETO

Las construcciones en madera no sólo son posibles gracias a los empalmes, ensambles y acoplamientos, sino que además deben unirse mediante colas y adhesivos; exceptuando las colas llamadas de impacto, que unen por simple contacto, en todos los demás casos las maderas han de estar en contacto mediante presión el tiempo que cada tipo de cola necesita para su fraguado. Muchos son los nombres que reciben estas herramientas:

prensa, gato, tornillo, sargento, cárcel, etcétera. Para su descripción en este trabajo se le da la que parece más lógica en cada caso.

Gatos y tornillos

Los llamados gatos o tornillos de prensa se usan para sujetar uniones de maderas durante el tiempo de fraguado de la cola. También son empleados para mantener en la posición adecuada unas uniones cuando se fijan por mediación de clavos o tirafondos. En la *figura 73* pueden verse varios de los modelos empleados para el encolado de cantos, marcos para cuadros, juntas a inglete y montaje de muebles.

Este aparato es muy simple en su construcción; consta de dos listones a los que se ha practicado en toda su longitud varios agujeros con la separación suficiente para que resista la presión sin romperse *(figuras 74a* y *b)*. Colocando los dos listones a ambos lados de las maderas que se trata de encolar y mediante pasadores arriba y abajo, unas cuñas también de madera darán el aprieto y la presión necesarios.

Sargento

Esta prensa de grandes dimensiones está compuesta de una vigueta, que lleva fija en uno de sus extremos una rosca por la que discurre un tornillo sin fin; por el otro extremo se desliza una zapata que puede fijarse a la medida deseada mediante un pasador *(figuras 75a, b* y *c)*. Se emplea para el armado y encolado de cercos, bastidores y grandes ensambladuras. Estas prensas están construidas tanto de madera como de hierro; por su volumen y peso suelen utilizarse apoyadas sobre caballetes.

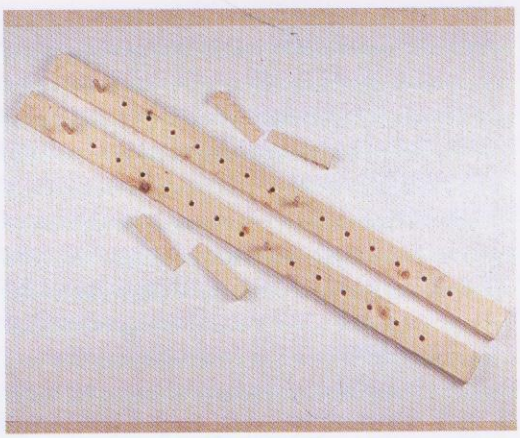


Figura 74a

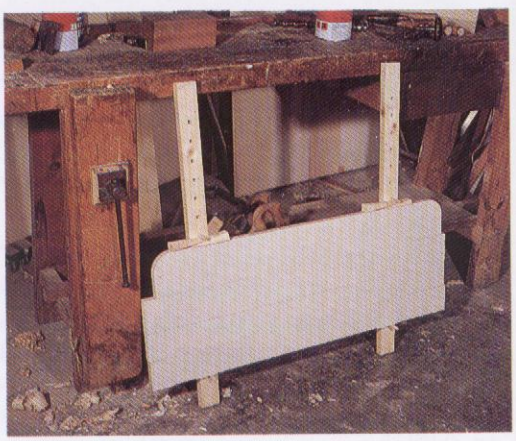


Figura 74b

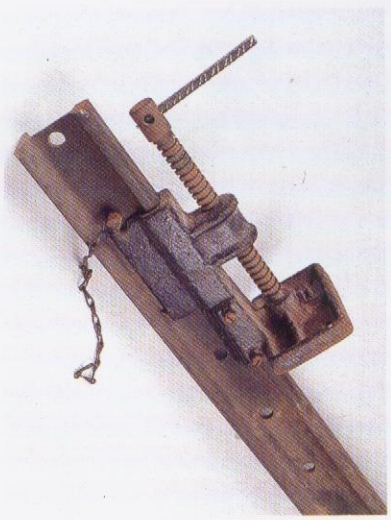
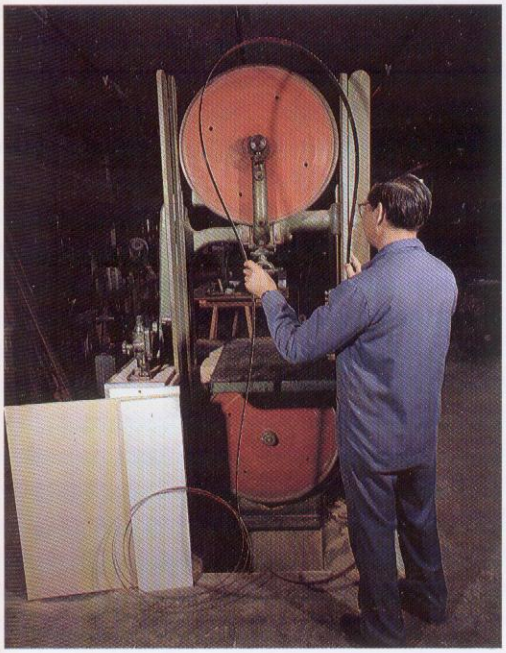


Figura 75a

Figura 75b

Figura 75c



4 Maquinaria fija de taller

Con la llegada de la era industrial, la herramienta manual, mediante una serie de piezas, engranajes y un motor, evoluciona para convertirse en máquina; algunas siguen fielmente la especialidad de la herramienta que fue su antecedente, conservando incluso su nombre —sierra, cepilladora—. Otras más versátiles, al disponer de un utillaje intercambiable, permiten constituir con ventaja grupos de herramientas: tupí, combinada, etc.

EL TALLER DE MAQUINARIA

En la sección de maquinaria de un taller de carpintería es muy importante la distribución que se debe hacer de cada una de ellas; deberán disponer del espacio necesario para la maniobra del material y estar colocadas de forma racional, para que el proceso de trabajo sea escalonado, evitando en lo posible pérdidas inútiles de tiempo.

En la *figura 76* puede verse el desarrollo de las operaciones según un esquema ideal de la maquinaria básica.

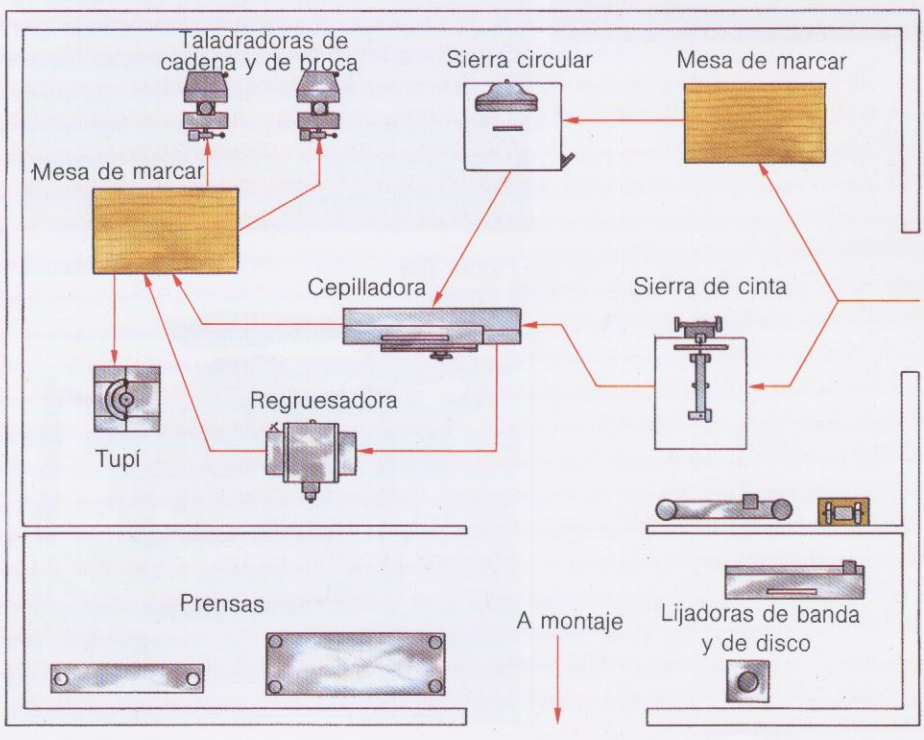
Máquinas de corte con hoja dentada

SIERRA DE CINTA

Está compuesta de una base y un brazo vertical. Sobre esta base y en posición horizontal se asienta la mesa, dos volantes, un motor eléctrico acoplado y una guía sobre los elementos, todos ellos de hierro fundido. La maquinaria consta de las herramientas de corte, formada por una larga hoja dentada y triscada, y va soldada por los dos extremos de forma que resulta una cinta sin fin. El ancho de estas hojas de sierra puede variar entre 3 y 4 cm para cortes rectos y de 1 a 0,5 cm para cortar en curva.

Sobre la base se monta uno de los volantes y el motor, unidos por un eje común; el otro volante va alojado sobre una

Figura 76



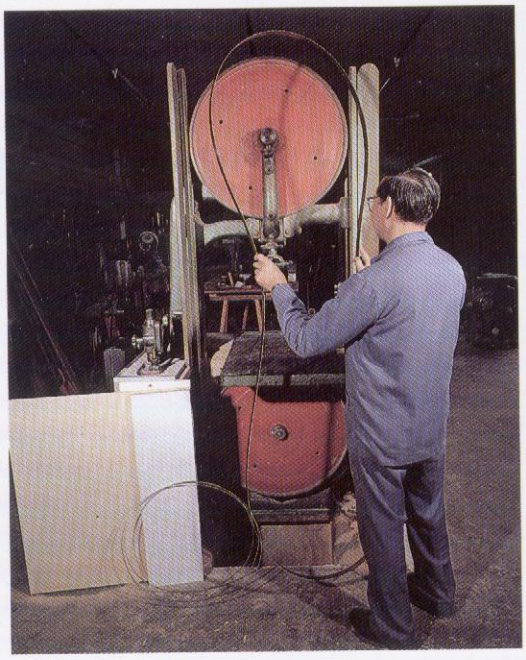


Figura 77b

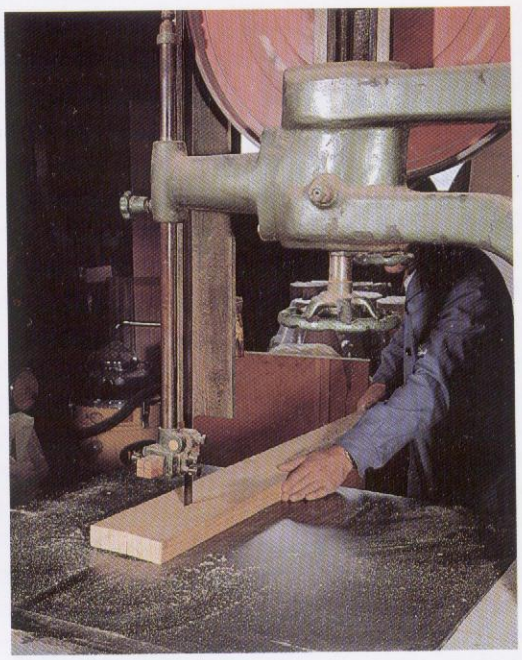
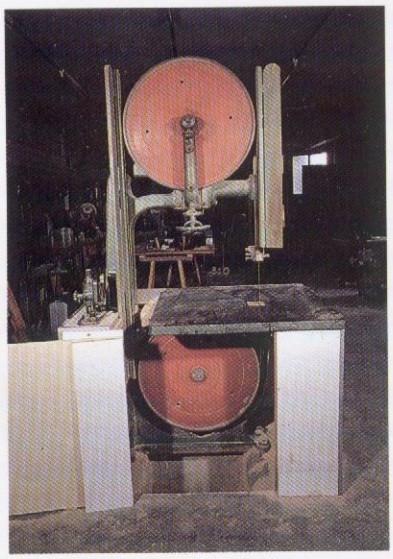


Figura 77c

Figura 77a



guía tensora en la parte superior del brazo vertical; colocada la cinta entre los dos volantes se procede a tensarla. Al accionar el interruptor, el motor gira con el volante inferior y la tensión de la cinta entre los dos volantes hace funcionar todo el mecanismo *(figuras 77a, b,* y *c).*

La técnica de trabajo con esta máquina consiste en empujar manualmente la madera por encima de la mesa, haciendo coincidir la hoja de sierra en movimiento con el trazo marcado para cortar, o con ayuda de la guía, que permite hacer cortes en paralelo sin necesidad de marcar la madera. El diámetro de los volantes es la distancia de la hoja de sierra entre el lado de subida y el de bajada. Éste es el límite de paso útil para cortar; por lo tanto, si el diámetro de los volantes es de 70 centímetros, sólo podrán cortarse por el interior de la máquina anchos algo menores. Para esta medida de volantes la velocidad adecuada de giro del motor sería de 600 a 700 rpm.

SIERRA CIRCULAR

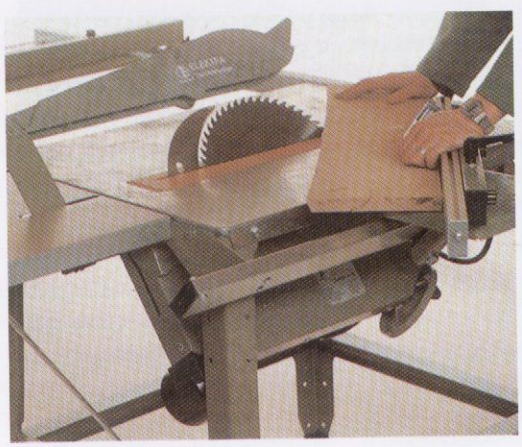
Esta máquina consta de una robusta base y una mesa de hierro fundido. Sobre la base va instalado el mecanismo, que consta de un eje montado en posición horizontal sobre cojinetes, en uno de sus extremos, y perpendicular al eje lleva dos platos, uno fijo y otro movible, que se fijan mediante una tuerca roscada a uno de los extremos del eje; el otro extremo va provisto de poleas para correas trapezoidales que le unen al motor acoplado *(figuras 78a* y *b).*

La herramienta de corte es un disco dentado con una perforación en el centro, cuyo diámetro ha de coincidir con el del eje donde va alojado; la forma de los dientes y el triscado varían en función del trabajo que tenga que realizarse.

En la *figura 79 a* y *b* pueden verse los discos de sierra, con diente triscado para cortar madera maciza y otro con diente

Figura 78a

Figura 78b



más espaciado y vidia soldada en las puntas para tableros contrachapados y aglomerados.

La mesa tiene una ranura para que pueda sobresalir la hoja de sierra; la profundidad de corte se gradúa subiendo o bajando el conjunto que contiene el disco de sierra y el motor, cuya velocidad de giro está entre 3.000 y 4.000 rpm.

La técnica de trabajo es la misma que se usa con la sierra de cinta: haciendo deslizar la madera de forma manual por encima de la mesa y ayudándose de las guías de que dispone la máquina.

Máquinas de corte con hoja de filo vaciado

CEPILLADORA

Esta máquina, como su nombre indica, se usa para labrar o cepillar madera. Se compone de una base y dos mesas de hierro fundido, un cilindro de acero donde van alojadas las hojas de corte o cuchillas y un motor. Sobre la base y en sentido longitudinal van montadas las dos mesas dejando entre ambas una abertura transversal, donde va colocado el cilindro portacuchillas sobre cojinetes. En la prolongación de uno de los lados del eje lleva una polea que mediante correas trapezoidales se conecta al motor y una guía de apoyo para cepillar cantos que completa los elementos de que consta la máquina *(figura 80)*.

Las hojas de corte son unas cuchillas de acero templado y filo vaciado, insertadas dentro del cilindro, sujetas con pletinas y tornillos de presión. El largo de cada hoja se corresponde con el del cilindro y el ancho de las mesas; la cuchilla sobresale 5 mm del diámetro del cilindro *(figura 81)*.

Las mesas, mediante unas manivelas, suben o bajan con relación al cilindro portacuchillas, en desplazamiento lateral, lo que evita la colisión con las hojas de corte. La mesa posterior se fija a la misma altura que el diámetro total formado por el saliente de la cuchilla en el cilindro y la mesa anterior se baja para dar la profundidad de corte deseado *(figura 82a)*.

El trabajo en esta máquina se realiza deslizando la madera, fuertemente sujeta con ambas manos, por encima de la mesa. Al entrar la madera en contacto con las cuchillas girando a una velocidad de 5.000 a 6.000 rpm se produce el cepillado mecánico. La mesa posterior recibe la cara de la madera ya cepillada; la parte alta de la base tiene aberturas in-

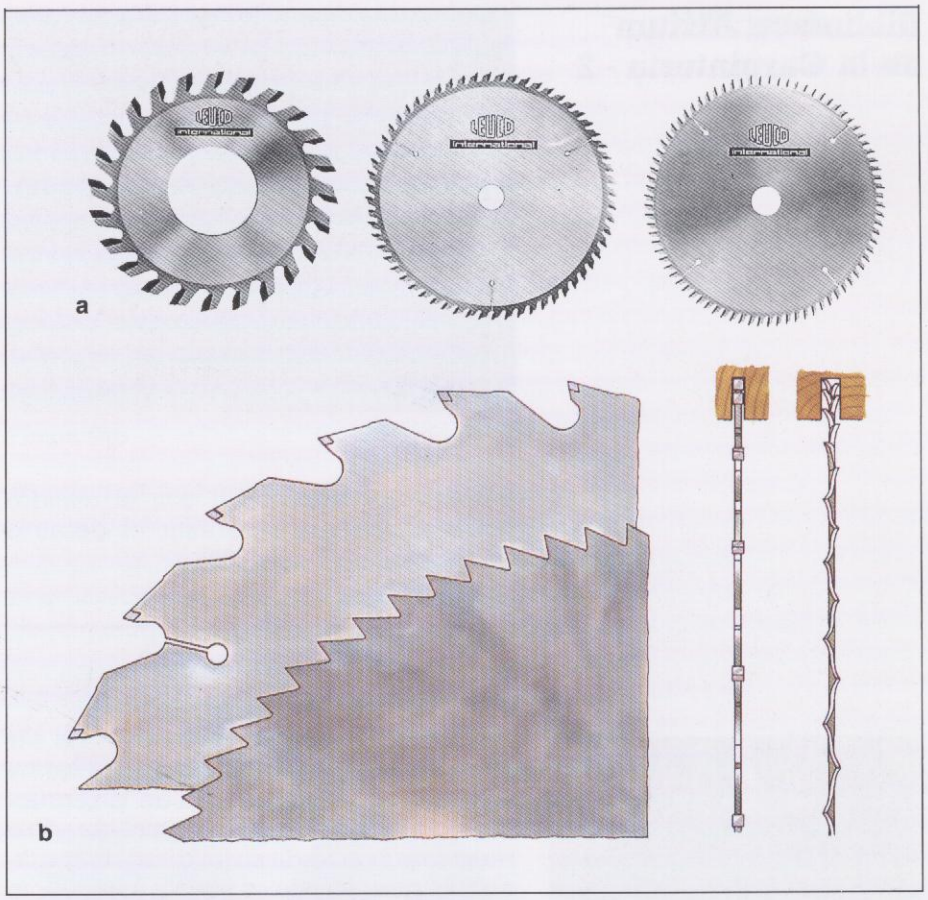


Figura 79

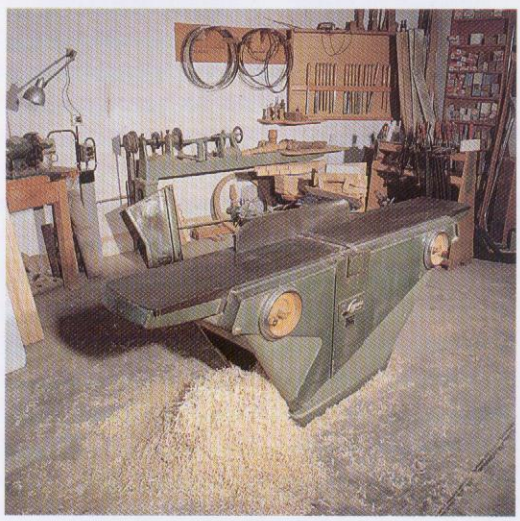
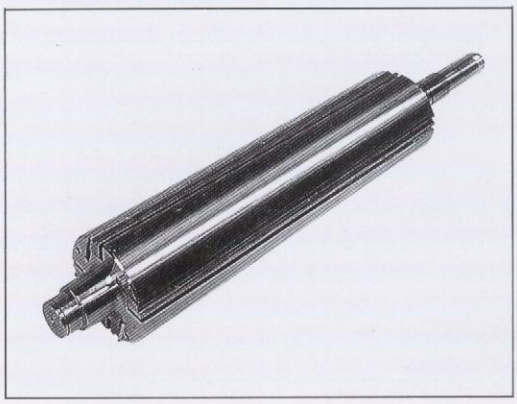


Figura 80

Figura 81



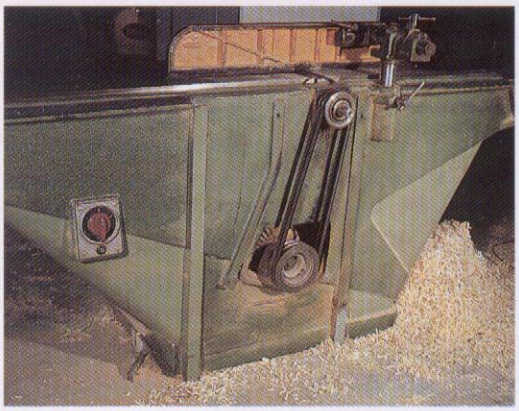


Figura 82a

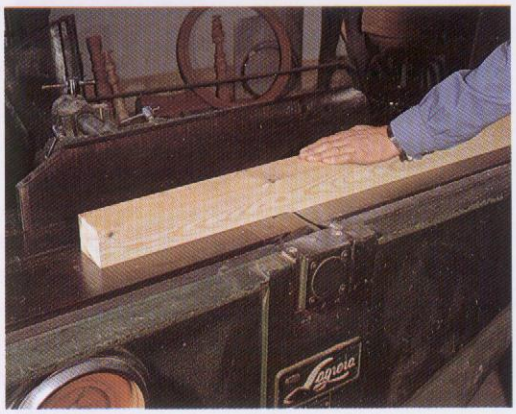


Figura 82b

teriores que comunican con el cilindro portacuchillas para permitir el desalojo de las virutas *(figura 82b)*.

REGRUESADORA

Las piezas de madera, después de ser labradas en la cepilladora por una cara y un canto, se pasan a través de la regruesadora. El acabado queda así calibrado o regruesado en toda su longitud. Esta máquina, que puede considerarse como complementaria de la cepilladora, está compuesta por una gran caja de hierro fundido, donde van alojados todos los mecanismos: un cilindro portacuchillas *(figura 81)*; dos rodillos de alimentación, uno liso y otro estriado helicoidal; un grupo reductor y sincronizador de velocidad de avance entre los rodillos de alimentación y el cilindro portacuchillas; una mesa con dos rodillos lisos que apenas sobresalen unos milímetros de su superficie trabajan por inercia y su misión es facilitar el deslizamiento de la madera sobre la mesa; una columna de acero con rosca sin fin y un motor. En la parte superior de la caja, de derecha a izquierda y sobre cojinetes, va montado el cilindro portacuchillas. En la prolongación de un lado del eje va la polea que mediante correas trapezoidales conecta con el motor. En el otro lado del eje lleva un disco delantero que mueve dos engranajes a cadena, del sincronizador de velocidades de avance que también incorpora sistema de embrague; los rodillos de alimentación van colocados en la misma dirección que las cuchillas, un poco por debajo de la línea de corte sujetos a cada extremo por muelles; la mesa se sitúa debajo y sube o baja mediante guías y la columna de rosca sin fin accionada por una manivela. Una placa fija milimetrada y un señalizador colocado en la mesa móvil es el indicador de calibre de gruesos a los que puede trabajar la máquina *(figuras 83a* y *b)*.

Figura 83a

Figura 83b

El método de trabajo con la regruesadora es de más fácil manejo y más seguro que con la cepilladora. Mediante la manivela que actúa sobre la columna roscada que soporta la mesa móvil se gradúa la medida deseada. Ésta será la distancia comprendida entre la mesa y las hojas de corte. Colocando las piezas de madera sobre la mesa, con la cara previamente labrada hacia abajo, y empujándola de forma manual hasta ser apisonada por el rodillo estriado de alimentación situado en la parte anterior —que la arrastra automáticamente hacia dentro donde entra en contacto con las hojas de corte—, la sección de madera ya regruesada en su progreso hacia fuera es aprisionada a su vez por el rodillo posterior —éste liso para evitar marcas en la madera—, que la empuja hacia la salida.

El motor hace girar el cilindro portacuchillas en sentido retrógrado, a una velocidad de 5.000-6.000 rpm. El sistema reductor y sincronizador de avance hace girar los rodillos de alimentación en oposición al portacuchillas. La velocidad de avance de la madera es de 14 m/min. Por la parte superior trasera se efectúa la salida de virutas, donde va colocada una tapa inclinada para frenar la velocidad a la que salen despedidas *(figuras 84a* y *b)*.

Máquinas de operaciones múltiples

TUPÍ

Esta máquina, capaz de hacer operaciones muy diversas en la madera (molduras, rebajes, canales, cortes) debe su capacidad operativa a que dispone de una amplia gama de utillaje: fresas, hojas de corte con perfil de moldura y discos de sierra *(figura 85)*. La máquina en sí misma es muy simple. Consta de una robusta base, una amplia mesa, una guía

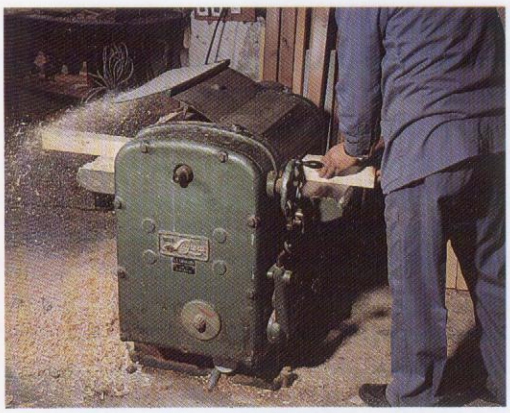


Figura 84a

Figura 84b

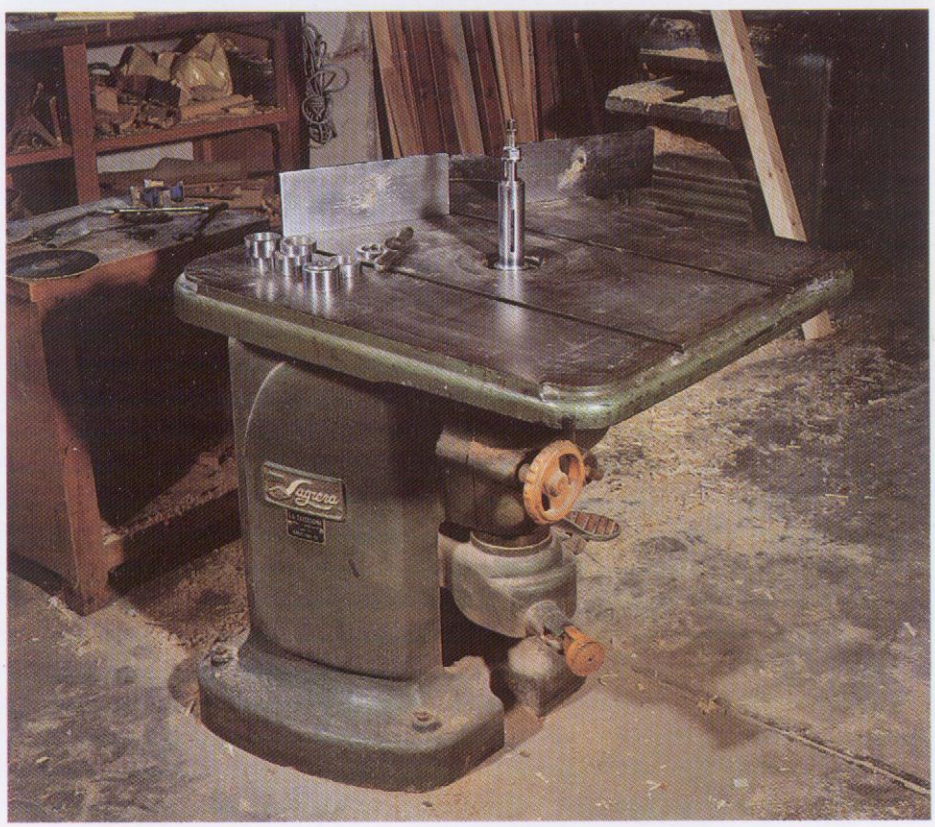
con dos soportes —todos de hierro fundido—, un eje de acero —llamado árbol— preparado para alojar el utillaje intercambiable y un motor.

Sobre la mesa y en posición horizontal se halla la zona de trabajo, que en su centro tiene una abertura circular para permitir el paso del árbol y la herramienta correspondiente; en la cara superior lleva dos ranuras por donde corre y fija la guía. El árbol, que va colocado en vertical, es la pieza fundamental de la tupí. En la parte más baja lleva la polea que las correas conectan al motor. La parte central es por donde se sujeta a la base mediante cojinetes. Este árbol, que en toda su longitud tiene un diámetro de 50 mm, en su parte superior está preparado para alojar las distintas herramientas de corte. El último tramo de 20 cm de longitud está rebajado de grueso a 35 mm de diámetro. Esta zona tiene una hendidura longitudinal para insertar las cuchillas con perfil de moldura y en la parte superior un agujero roscado da paso a un tornillo que por el interior del árbol fija a presión las cuchillas. Unos casquillos de acero suplementan esta parte rebajada del árbol y sirven para sujetar las fresas y discos de sierras. La base de la guía es de forma semicircular e incorpora los tornillos de sujeción. A ambos lados de esta herradura se hallan los dos soportes, que son la verdadera guía y forman la boca de corte *(figura 86)*.

La técnica de trabajo con esta máquina de múltiples aplicaciones, que dispone de dos velocidades de giro a 4.000 y 8.000 rpm, requiere una especialización de manejo. La madera ya labrada y regruesada se hace deslizar manualmente por encima de la mesa hasta que entra en contacto con la hoja de corte. En el caso de piezas curvadas no puede utilizarse la guía, pues la superficie curva roza directamente sobre el árbol de 35 mm de diámetro. Tan sólo es posible con cuchillas planas para molduras o rebajes, siendo de 4.000 rpm la velocidad de giro aconsejable en este caso. Si el trabajo se ha

Figura 85

Figura 86



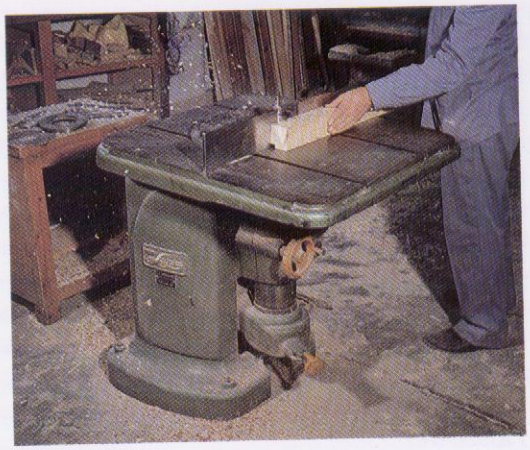


Figura 87a

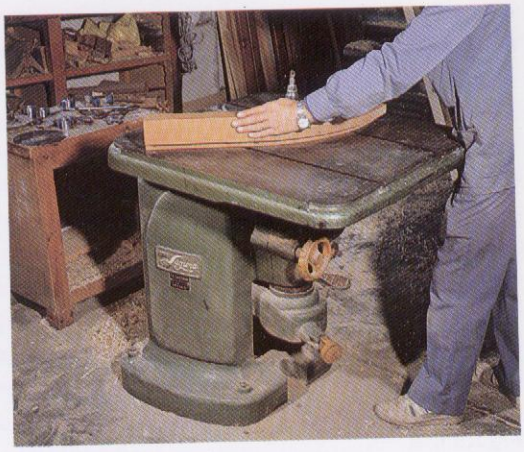


Figura 87b

de realizar sobre piezas rectas, puede utilizarse la guía; si se emplean fresas o discos de sierra, resultará imprescindible. La velocidad de giro a 8.000 rpm dependerá de la sección de madera que se rebaje de una sola vez. Mediante una manivela, el árbol sube o baja para colocar la herramienta a la altura deseada. La guía, que corre por las ranuras de la mesa, permite dar la salida en profundidad a la hoja de corte *(figuras 87a* y *b)*.

ESCOPLEADORA

Los ensambles en madera para la construcción de carpintería no serían posibles sin la escopleadora. Ésta hace de forma mecánica lo que manualmente le correspondería al escoplo —vaciados, entalladuras, mortajas—, del que recibe su nombre. Existen dos sistemas de técnica distinta, de taladro o a cadena. Para este caso se ha elegido un modelo que incorpora ambos sistemas.

La máquina está compuesta por una base en forma de columna hueca de hierro fundido de unos 2 m de altura, un motor cuyo eje lleva un portabrocas en un extremo y en el otro un mecanismo para colocar la cadena de hojas cortantes, un carro de desplazamiento lateral, una mesa soporte y una rueda dentada de aproximación.

En la parte superior de la columna va montado el motor, con el eje que lleva en sus extremos el portabrocas y el portacadenas en posición vertical. Accionando una palanca todo el conjunto se desliza sobre guías arriba y abajo, y unos muelles recuperan y mantienen la posición arriba cuando se suelta la palanca. En la parte central de la columna va la mesa soporte montada sobre el carro de desplazamiento lateral (de izquierda a derecha) y otra palanca actúa sobre la rueda dentada de aproximación (de delante a atrás).

Todo este dispositivo permite realizar dos movimientos simultáneos con ambas manos. La palanca de la izquierda mueve el carro en desplazamiento lateral, mientras que la palanca derecha hace bajar el eje vertical con la herramienta de corte girando por impulso del motor y penetra en la madera sujeta a la mesa. Previamente y mediante la rueda de aproximación se habrá puesto a la medida deseada con la vertical de la herramienta de corte *(figuras 88a* y *b)*.

Este modelo de escopleadora, que puede trabajar con brocas o cadena, debe esta posibilidad a que el eje del motor, en cuyos extremos van las herramientas de corte, bascula por el centro quedando arriba o abajo uno u otro sistema, fijándolo mediante un pasador de acero *(figura 89)*.

Las brocas que se utilizan en esta máquina son de corte frontal y lateral. La cadena está compuesta por eslabones de doble diente de corte y va montada entre una guía dentada de pequeño diámetro y un plato alargado, lo que posibilita la sujeción al eje *(figura 90)*. Cuando se trabaja con uno de los dos sistemas, el otro debe desmontarse, evitando de esta forma que se produzcan averías en la máquina y accidentes en su manejo.

Figura 88a

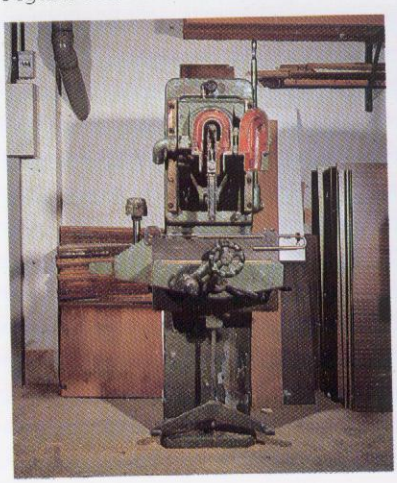
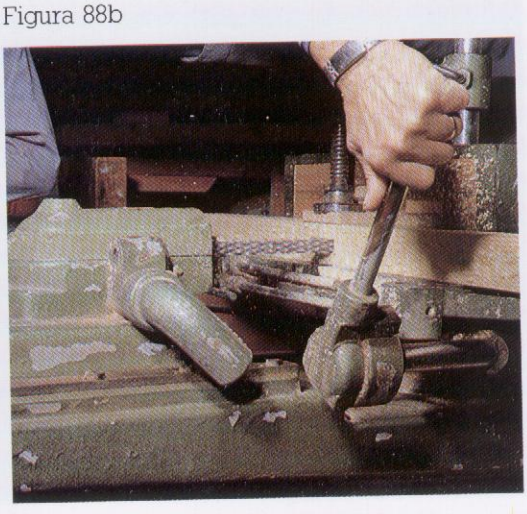


Figura 88b



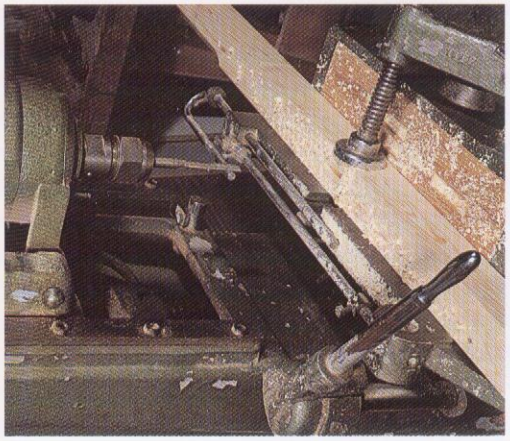


Figura 89

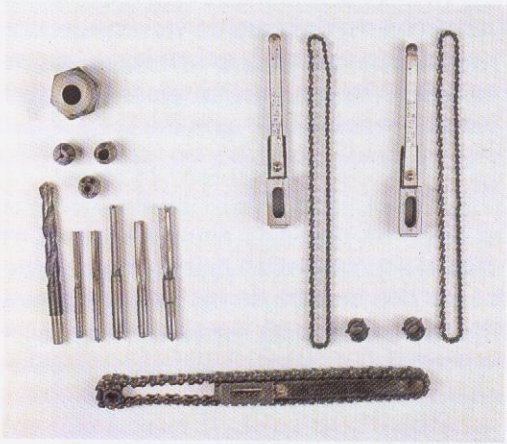


Figura 90

TORNO

La tornería es un oficio que necesita un aprendizaje especializado, constituido por pequeñas industrias que trabajan por encargo de talleres de carpintería y ebanistería. El torno sólo forma parte de la maquinaria de fábricas de muebles y carpintería, donde el empleo de piezas torneadas es importante.

El torno se compone de un banco de hierro fundido, formado por cuatro patas y dos largueros dejando un hueco entre ambos. Un cabezal fijo que consta de un eje o espiga que lleva en su extremo una polea de cuatro pasos de distinto diámetro, en el centro un volante para frenado manual y en el otro extremo la bandeja y la pieza de fijación de tres puntas. Un cabezal móvil que incorpora un mandril accionado por una manivela. Un soporte llamado de abanico puede girar sobre sí mismo para ser colocado en la posición que sea más adecuada en cada caso y un motor con polea de cuatro pasos de distinto diámetro.

Sobre el extremo izquierdo del banco va montado el cabezal fijo, en perpendicular, y en la parte baja se coloca el motor, haciendo coincidir las poleas de ambos, que quedarán en contraposición de pasos de diámetro, la correa se colocará de forma que dé al torno la velocidad de giro requerida por el diámetro de la madera que haya que tornear —3.000, 2.000, 1.200 y 800 rpm—.

En el extremo derecho del banco se coloca el soporte móvil, que puede deslizarse longitudinalmente entre los largueros, hasta ajustarse al largo de la pieza; el soporte de abanico va en el centro y puede moverse entre los dos cabezales para operar en la zona de torneado *(figura 91)*.

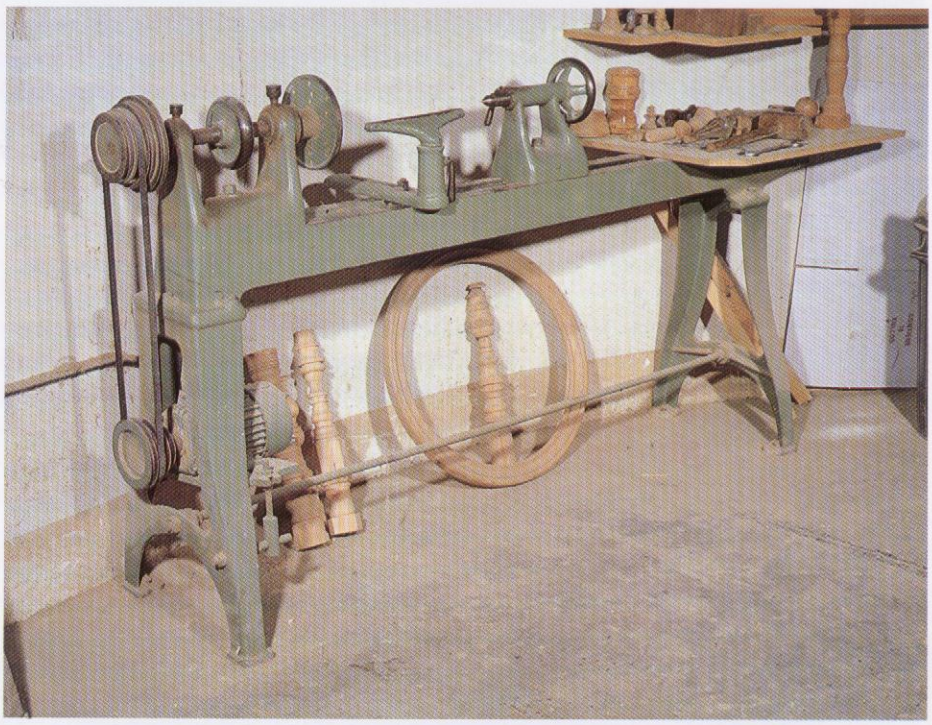


Figura 91

Para que el torneado sea posible, además del torno se precisan una serie de herramientas manuales con las que el tornero hace su trabajo, apoyándolas sobre el soporte y buscando el ángulo de incidencia corta, y rasca en finas virutas la pieza de madera, que gira entre los dos cabezales impulsados por el motor. Estas herramientas que se emplean en las distintas fases del torneado son escoplos, cuchillas, formones rectos y redondos, buriles y avivadores *(figura 92)*.

El torneado puede hacerse a lo largo del torno entre los dos cabezales, patas de mesa, de silla, balaustres, etcétera, o cuando se trata de tornear en vacío o terminado esférico platos, ceniceros, bolas, etcétera, entonces sólo se trabaja con el cabezal fijo, sustituyendo la pieza de fijación de tres puntas por la bandeja o el mandril donde se sujetan las piezas. En este caso el soporte también se cambia de posición *(figuras 93a y b)*.

Figura 92

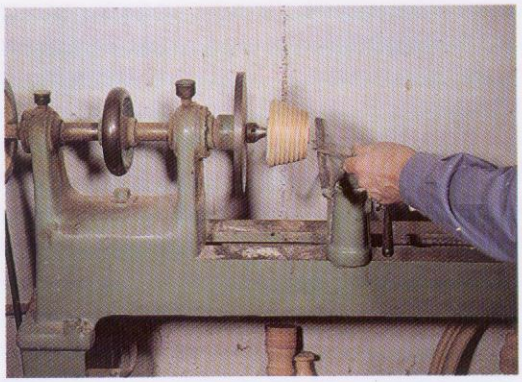


Figura 93a

Figura 93b

LIJADORA DE BANDA Y DISCO

Como material de construcción, la madera, en su fase de acabado, debe ser recubierta con alguna sustancia de protección y conservación, tintes, barnices, pinturas, aceites, etcétera. Para ello todas sus superficies deben estar perfectamente lisas y pulidas y la lijadora es la máquina donde se efectúan estas operaciones de pulido y lijado.

Esta máquina se compone de un bastidor con dos columnas de hierro como base, una mesa alistonada, dos poleas, un disco, un soporte, una zapata y un motor. El útil de trabajo es una cinta de tela fuerte recubierta por una cara con material abrasivo, carbono, arena o esmeril, que empalmada por sus extremos resulta una cinta sin fin.

Sobre el bastidor y entre las dos columnas va colocada la mesa, que corre sobre guías, con movimiento de vaivén adelante y atrás. Por encima y sobre las columnas van montadas las dos poleas entre las que va alojada la cinta de lija; la izquierda tiene el motor incorporado, la derecha lleva un contrapeso para tensar la cinta. Esta polea lleva también en una de sus caras el disco de lija. A la altura de su eje se sitúa el soporte; entre ambas poleas y entre las dos bandas de lija lleva una barra de hierro donde se inserta la zapata que se desliza por ella de izquierda a derecha *(figura 94)*.

Modo de lijar con esta máquina: una vez que se ha colocado la pieza sobre la mesa se gradúa en altura y con el motor funcionando la cinta es arrastrada entre las dos poleas, actuando con una mano sobre la mesa en movimiento de vaivén,

Figura 94

mientras con la otra mano se baja la palanca de la zapata que presiona sobre la cara interna de la banda. En este momento se produce el contacto de la cara del abrasivo con la pieza; los movimientos de vaivén de la mesa y de izquierda a derecha de la zapata son para abarcar toda la superficie de la pieza que tiene que lijarse. Para lijar piezas curvadas por su cara interna se utiliza la parte de la banda de lija que pasa por fuera de la polea; para la cara externa de esas mismas piezas se usa el disco con ayuda del soporte.

PRENSA

El encolado es una de las operaciones más frecuentes en el proceso de construcción en madera. Las piezas que hay que unir han de estar en contacto mediante presión, el tiempo que el tipo de cola empleado precise para su fraguado. La prensa resulta indispensable para encolados de chapas, tableros, contrachapados, etcétera.

Las prensas están construidas con un sólido armazón de viguetas de hierro, formando un bastidor o chasis, que sustenta dos plataformas o platos de madera indeformable, una es fija y la otra movible con un mecanismo que acciona la plataforma móvil.

Existen varios modelos de prensa que cubren las distintas necesidades que puede tener la industria de la madera, desde el pequeño taller a la fábrica.

Este modelo de prensa tiene el plato fijo de una pieza situado en la parte baja, mientras que en la parte superior se sitúa la plataforma móvil dividida en tres secciones, cada una de ellas con su correspondiente husillo y volante para accionarlas manualmente, y permite operaciones de prensado simultáneo de piezas de distintas medidas. Es la más usada hoy en día en talleres de pequeña y mediana empresa *(figura 95)*.

Para fábricas de tableros, puertas y contrachapados la prensa de la *figura 96* es la más indicada; en este caso los dos platos son enteros, de una sola pieza, fijo el superior y móvil el inferior, donde lleva el mecanismo de presión hidráulica.

El modelo mostrado en la *figura 97* está ideado para el encolado de bastidores de ensamble, dispuesto para el prensado vertical con sistema oleodinámico semiautomático.

Entre la variada gama de modelos existentes en el mercado, se encuentran las prensas llamadas de platos calientes, que son las que llevan incorporado un sistema de resistencias eléctricas, y el calor acor-

Figura 95

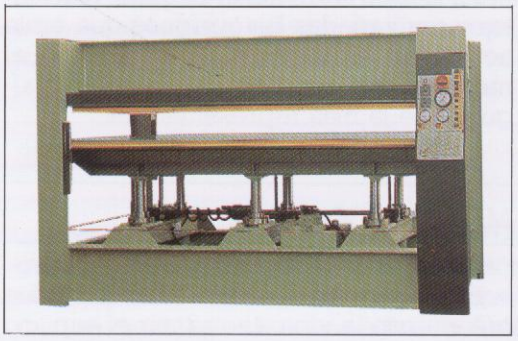
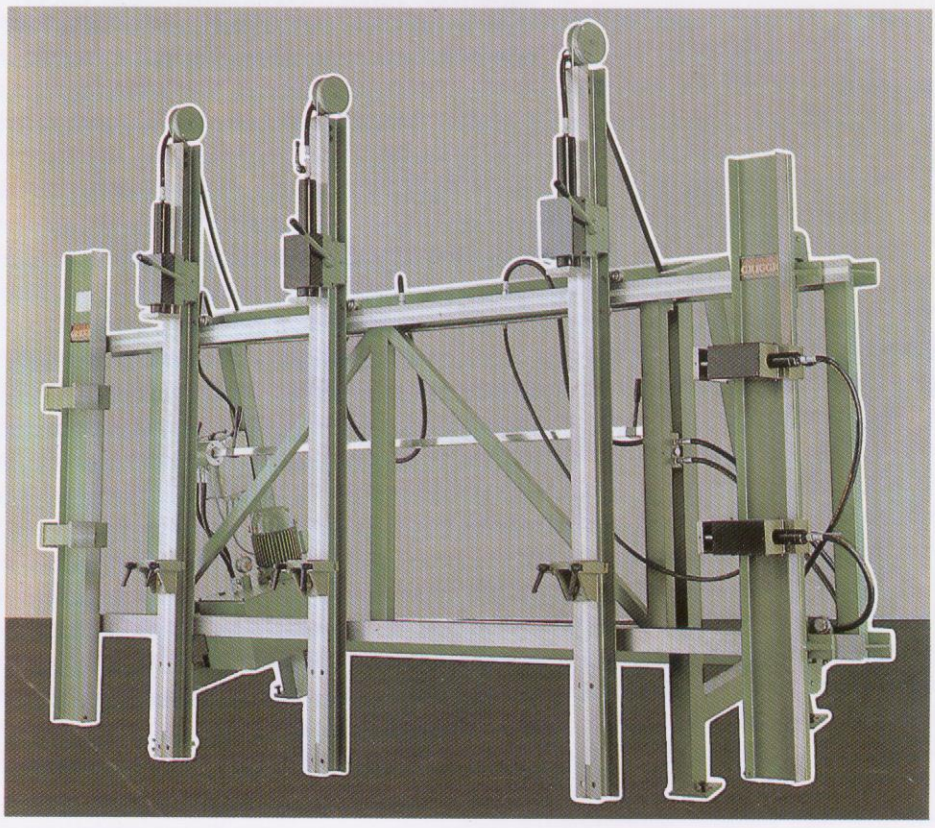


Figura 96

Figura 97



ta el tiempo de fraguado de las colas; este mismo efecto puede conseguirse instalando la prensa en un local acondicionado con calefacción.

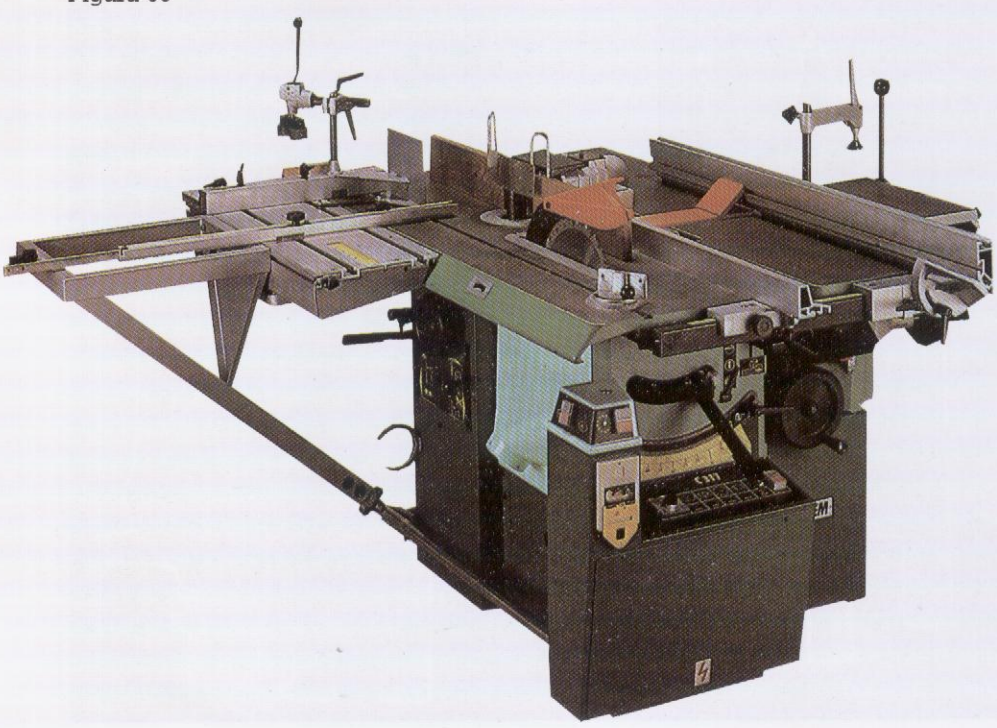
Maquinaria de tecnología avanzada

Partiendo de la maquinaria básica y para atender las necesidades cada vez más diversas de la especialización, los fabricantes de maquinaria para la industria de la madera han puesto en el mercado una amplia gama de modelos de máquinas combinadas, donde puede encontrarse el modelo adecuado para todos y cada uno de los trabajos de la especialidad. Estas máquinas que incorporan a sus mecanismos la automatización y la electrónica, se benefician de la tecnología avanzada del momento, facilitando el trabajo y la competitividad, desde el pequeño taller a la gran fabricación en serie. Son tantas y tan variadas las opciones que en la actualidad pueden encontrarse en el mercado que aquí sólo se describirán algunas de la más representativas.

MÁQUINA COMBINADA

Esta máquina llamada universal fue creada con la idea de reducir el espacio ocupado en el taller por cinco máquinas y su área de trabajo. Este agrupamiento, además, reduce sus costos. Aún es de gran utilidad en la actualidad en talleres dedicados a trabajos diversos sin especializar. El modelo más antiguo de máquina universal incorpora todos sus utillajes y hojas de corte en el mismo eje; éste trabaja en posición horizontal y se apoya en cojinetes situados en la divisoria de cada sección de máquina, siendo movido por un solo motor. Este eje en uno de sus extremos lleva el árbol, que intercambiando los casquillos de fijación puede ser utilizado como tupí horizontal o sierra circular, una mesa móvil en altura y una guía dan la profundidad de corte y el apoyo de trabajo a las piezas de madera. A continuación sigue el cilindro portacuchillas que, con las mesas móviles y la guía, forman la sección de cepillado que trabaja por encima. Sigue el otro cilindro portacuchillas con la mesa graduable en altura y los rodillos de alimentación que componen la sección de regruesado. Teniendo en cuenta que el eje gira en el mismo sentido, la madera para regruesar tiene que entrar en la máquina en dirección inversa a la cepilladora, en el otro extremo del eje va instalado el portabrocas, adosada lateralmente lleva una mesa elevadora que también es carro de avance y además deslizamiento lateral; ésta es la sección de escopleado que completa todas las funciones que esta máquina puede realizar. La base que soporta toda la máquina está situada entre las secciones de cepillado y regruesado, quedando suspendidas en el vacío las de tupí y escopleado; el peso y el volumen están calculados de forma que todo el conjunto quede equilibrado.

Figura 98



De las cinco operaciones que puede realizar esta máquina, sólo cuatro pueden hacerse de forma simultánea; la tupí y la sierra circular, al tener más utillajes intercambiables, restan esta posibilidad. Otra de sus posibles limitaciones es que, trabajando en todas las secciones simultáneamente, un exceso de carga rebase la potencia del motor, lo que se da muy raras veces; lo corriente es que sean uno o dos los operarios que trabajen al mismo tiempo.

El modelo de máquina combinada de la *figura 98* está fabricada aprovechando los avances de la técnica moderna; con estas innovaciones son seis las operaciones que puede realizar. La incorporación de un carro deslizable a la sección de sierra circular amplía su operatividad al corte y escuadrado de grandes tableros, el disco de sierra puede trabajar con una inclinación de 0 a 45°. Tanto la tupí de eje vertical como el disco de sierra pueden bajarse a nivel de la mesa, lo que facilita una u otra operación. La regruesadora está situada debajo de la cepilladora compartiendo ambas el mismo cilindro portacuchillas. Todas las secciones de

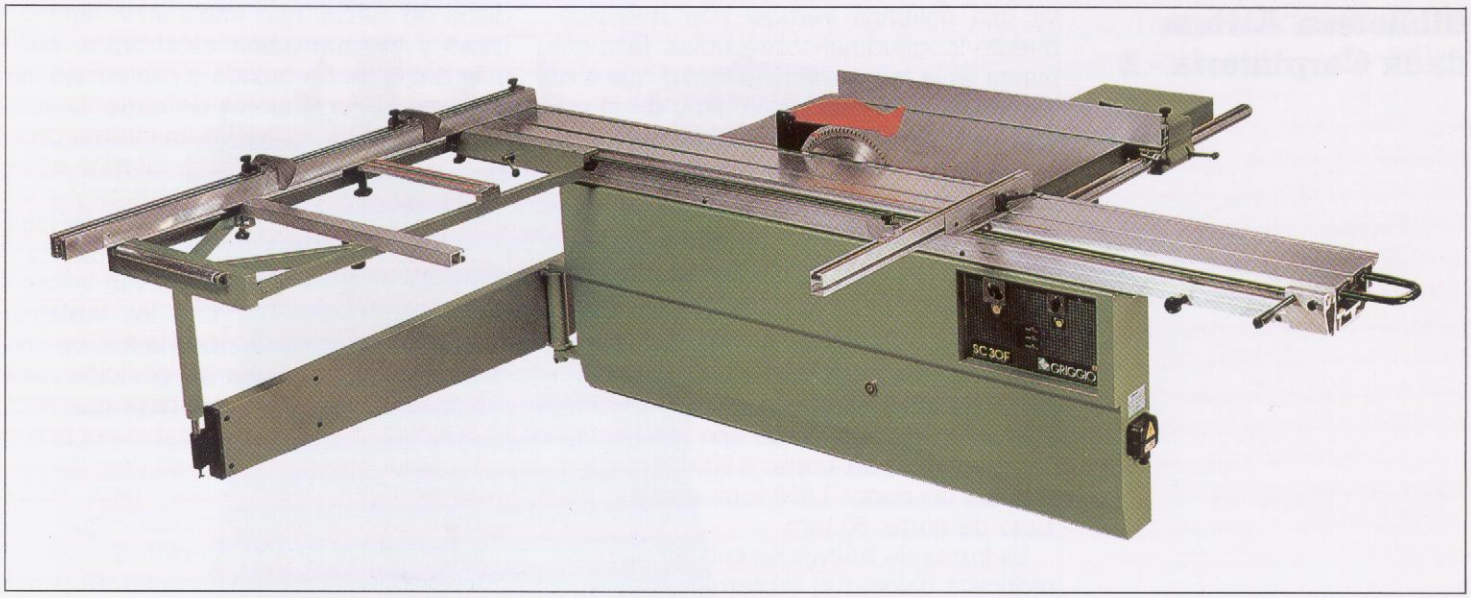


Figura 99

trabajo disponen de motor independiente con dos velocidades, esto se traduce en un ahorro de energía y mayor potencia. La distribución de todos sus elementos está estudiada de forma que realizando más operaciones y técnicamente más perfectas ocupa menos espacio.

MÁQUINA DE SIERRA CIRCULAR

El encarecimiento de la mano de obra y la aparición de nuevos materiales derivados de la madera, tableros aglomerados, de fibra sintética, estratificados, etcétera, han modificado la construcción en madera, en especial la fabricación de muebles de gran consumo, cuyo diseño sencillo de líneas y sin molduras los hace asequibles en el mercado. La sierra circular se convierte en la principal herramienta utilizada para el corte de estos materiales.

ESCUADRADORA

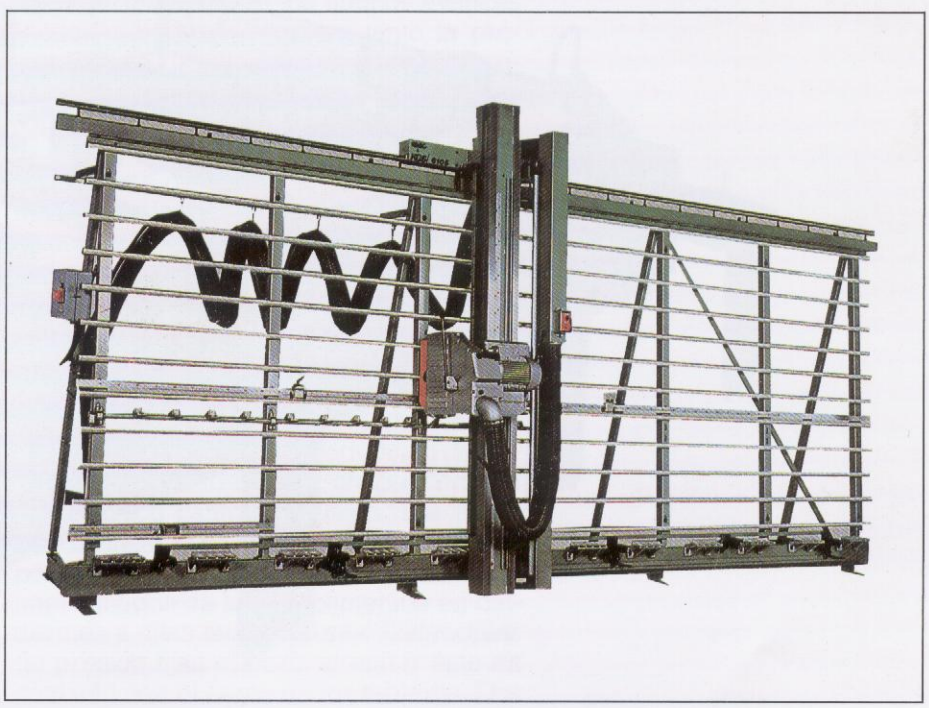
Las principales características de esta máquina son que, paralelamente a la mesa disponible de un carro deslizante de grandes dimensiones con soporte articulado y guías que pueden disponerse en diversos ángulos de corte, el recorrido del carro permite un largo de corte de 3.000 mm, el ancho de corte entre la hoja de sierra y la guía paralela de la mesa es de 800 mm, una hoja de corte incisora situada en posición anterior a la sierra y en la misma línea que sobresale unos milímetros de la mesa complementa el corte limpio y sin astillas de tableros laminados y estratificados, la hoja de sierra que puede trabajar con inclinación de 0 a 45° va provista con diente de widia *(figura 99)*.

Esta máquina, por sus dimensiones, sólo es apta para talleres de gran capacidad de trabajo.

SIERRA MURAL

Esta máquina está pensada para cortar grandes tableros colocados en posición vertical, con la idea de que en esa posición se manejan con menos esfuerzo. Está compuesta de un gran armazón metálico que debe ser anclado a una pared, ligeramente hacia atrás para que los tableros no se vengan hacia delante; sobre este bastidor formado por el armazón metálico

Figura 100



va una columna vertical con desplazamiento longitudinal sobre guías. Esta columna es la que soporta el motor que a su vez se desplaza arriba y abajo de la columna; el motor con el disco de sierra incorporado tiene un sistema con eje de giro a 90°; el bastidor y la columna tienen visualizador digital de cotas. La base del bastidor está provista de rodillos retráctiles para el mejor desplazamiento de tableros. Tanto la subida y bajada de motor por la columna como su desplazamiento lateral son automáticos *(figura 100)*.

Los datos técnicos pueden variar según el modelo, siendo los de tipo medio: longitud máxima de corte: 4.300 mm; altura máxima de corte: 1.950 mm; espesor máximo de corte: 60 mm.

La forma de trabajo en esta máquina se reduce a colocar el tablero apoyado sobre el bastidor mural, se transporta la columna a la cota correspondiente, se coloca el motor con la hoja de corte en la dirección deseada en altura o longitudinal y oprimiendo el botón de puesta en marcha el automatismo hace el resto.

La sierra mural es de gran utilidad en almacenes de madera de venta al público de plafones y tableros cortados a medida por encargo.

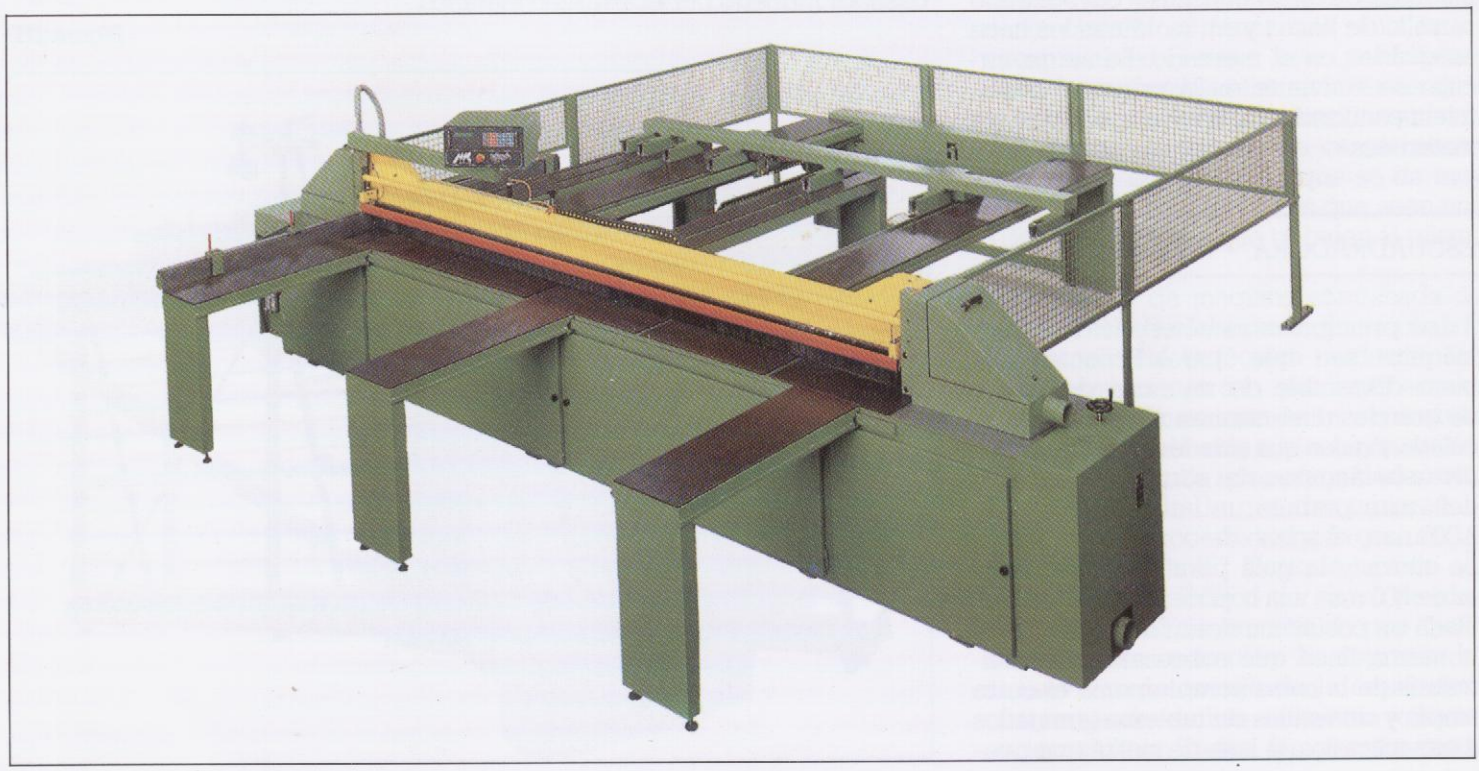
SECCIONADORA MÚLTIPLE

Al describir esta máquina, hay que hacer un esfuerzo para no olvidar que su herramienta fundamental sigue siendo el disco de sierra, que entre tanto automatismo y programación electrónica, además del túnel de guiado y protección, no deja ver la herramienta de corte. La máquina está compuesta de un cuerpo principal longitudinal en cuyo interior están dispuestos los aparatos mecánicos y electrónicos, unas portezuelas que permiten el acceso al interior para reparaciones y limpieza. Sobre este cuerpo van las mesas de asentamiento para los tableros, que se prolongan a ambos lados; en uno de éstos van los topes de posición para las distintas medidas que haya que seccionar. En el centro va instalado el motor con el disco de sierra que se desplaza en sentido longitudinal, entre unas guías en una especie de túnel metálico que protege de accidentes la función del operario y la del propio mecanismo. El panel de mandos incorpora vídeo monocromático, programación automática de ciclos de corte, capacidad de memoria para programas y visualización luminosa de anomalías de funcionamiento *(figura 101)*.

El trabajo en la seccionadora se realiza colocando los tableros sobre las mesas apoyándolos en sus topes correspondientes, y unas pinzas neumáticas los anclan a la mesa. En el panel de mandos se programa la serie de cortes y medidas deseadas. Con la puesta en marcha se realizan de forma automática los ciclos programados.

Por el espacio que ocupa esta máquina —un modelo de tipo medio mide 7 m de longitud × 5,5 m de ancho— y su gran capacidad de trabajo sólo puede ser ins-

Figura 101



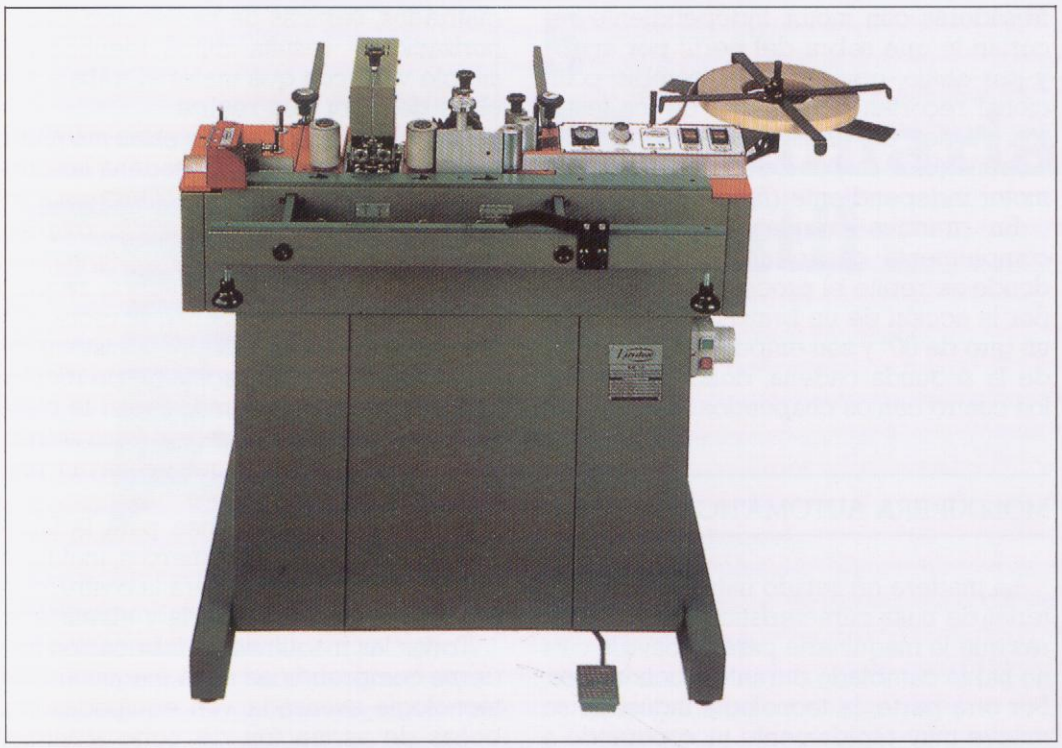


Figura 102

talada con aprovechamiento en grandes factorías de fabricación en serie.

CHAPEADORA DE CANTOS

El uso generalizado del tablero aglomerado con las caras chapeadas y estratificadas, después de ser cortadas a medida, crea la necesidad del chapeado de sus cantos. Los materiales empleados son la chapa de madera y el perfil de material plástico. Este último se fabrica en toda la gama de colores y textura del muestrario de tableros. Como el encolado se efectúa con colas de secado rápido o de contacto, el perfil es de difícil ajuste, por lo que debe ser 2 mm más ancho que el grueso del canto del tablero. Después de encolado se recorta lo que sobra.

Estas operaciones se hacen mecánicamente con las máquinas chapeadoras de cantos. Existe en el mercado una amplia escala de modelos donde elegir a medida de la envergadura de cualquier taller o fábrica.

El modelo de la *figura 102* es relativamente sencillo, preparado para operar con perfiles de chapa o plástico que ya vienen de fábrica con la cola incorporada en una de sus caras. Se compone de una mesa sobre la que va dispuesto, en primer lugar, el soporte para el rollo de perfiles; éste pasa por el sector de calentamiento de regulación electrónica de temperatura que puede alcanzar de 0 a 500°. Fundida la cola del perfil, éste se pone en contacto con el canto del tablero que en su avance se encuentra con los rodillos que presionan el perfil con el canto del tablero. Más adelante unas hojas de cuchilla recortan el sobrante del perfil, quedando ese perfil chapeado.

Con esta máquina sólo es posible chapear un canto cada vez, los tableros deberán pasar por la máquina tantas veces como cantos hayan de ser chapeados. Un modelo de estas características se emplea en talleres de tipo mediano con fabricación de pequeñas series.

Las encoladoras de cantos de tipo industrial disponen de los últimos avances tecnológicos que permiten tanto la producción de grandes series como la flexibilidad de la producción. Mediante un sofisticado cuadro de mandos con posicionador electrónico se pueden reducir los tiempos de puesta a punto de la maquinaria cuando se haya de modificar cualquier operación: salida automática de topes de cadena, arranque secuencial de motores, cambios de medida de los tableros, etcétera. Dispone de célula fotográfica, centrapiezas, distanciador de tableros y aplicador de control numérico.

Los tableros entran en el *transfer* de arrastre a la cadena de producción de doble acción, donde serán chapeados a la vez sus dos cantos paralelos. Los perfiles dispuestos en rollos de 500 m pasan por los rodillos de encolado, donde son impregnados de la cola contenida en calderines a altas temperaturas. Los rodillos de presión fijan el perfil al entrar éste en contacto con el canto de los tableros. Dos

fresadoras con motor independiente recortan lo que sobra del perfil por arriba y por abajo, otras dos con cambio posicional recortan el sobrante de los testeros. Al ser de doble acción simultánea esta máquina dispone de ocho fresas con motor independiente *(figura 103)*.

En grandes fábricas la máquina se complementa con otra sección gemela donde se repite el proceso. Los tableros, por la acción de un brazo mecánico, dan un giro de 90° y son empujados al *transfer* de la segunda cadena, donde salen con los cuatro cantos chapeados.

MOLDURERA AUTOMÁTICA

La madera en estado natural es un material de unas características tan singulares que la maquinaria para trabajarla casi no había cambiado durante muchos años. Por otra parte, la tecnología industrial se mueve muy rápidamente incorporando a sus productos los últimos avances mecánicos y electrónicos. Ante una máquina de producción en cadena —consola de mandos electrónicos, mecanismos automatizados, cabinas de protección e insonorización— resulta difícil identificar a simple vista con qué material trabaja y la clase de labor que realiza.

La moldurera es una de estas máquinas capaces para realizar en cadena las operaciones de cepillado y regruesado a las cuatro caras, rebajes y molduras. Dispone para ello de siete motores independientes, acoplados a la cepilladora, regruesadora, tupí izquierda, tupí derecha, eje universal, sistema de avance y sistema de elevación; una serie regulable de rodillos de presión y avance mantienen la pieza en la posición adecuada mientras se realizan las operaciones que se hayan programado *(figura 104)*.

Esta máquina es idónea para la fabricación a gran escala de marcos, molduras y toda clase de piezas para la costrucción ensamblada de carpintería y ebanistería.

Todas las máquinas de fabricación moderna comprendidas en la maquinaria de tecnología avanzada van equipadas con bocas de aspiración de polvo y virutas que pueden ser conectadas a una red general de extracción con otras máquinas o individualmente a sacos con motor de succión.

Figura 103

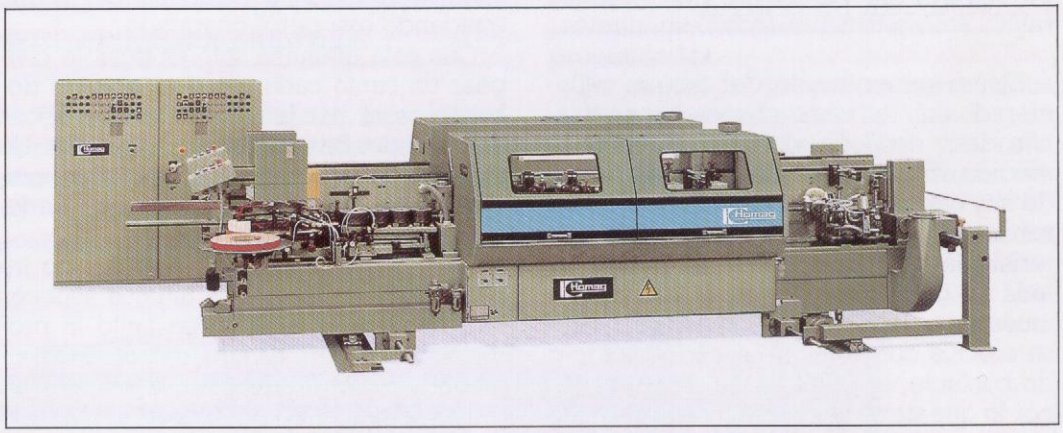
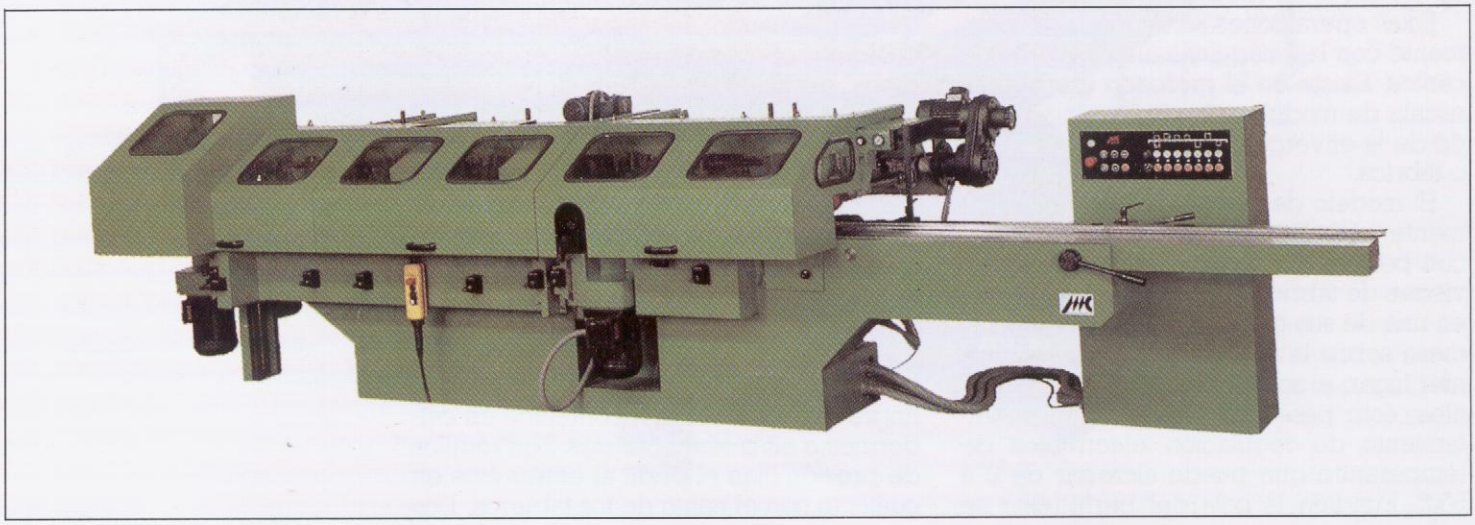
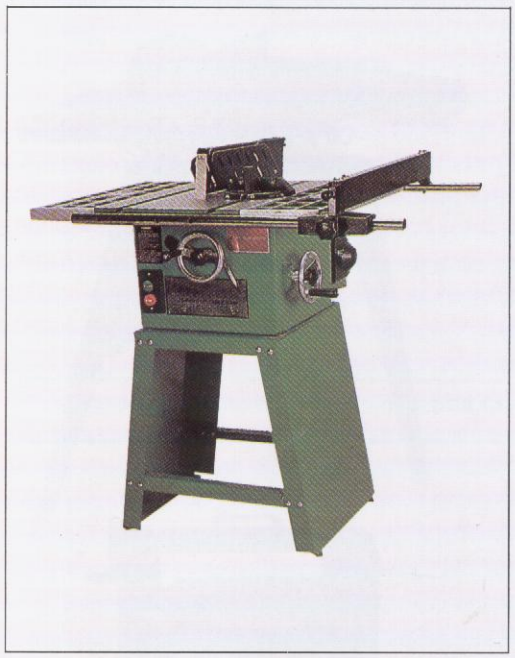


Figura 104





5 Maquinaria portátil

Tanto la herramienta manual como la maquinaria pesada bastaron durante un tiempo para cubrir a satisfacción con la demanda y las técnicas de trabajo del momento. El encarecimiento de la mano de obra y la competencia propiciaron la creación de la máquina-herramienta. El hecho de disponer hoy de una máquina portátil permite agilizar muchas operaciones, especialmente en instalaciones y montajes fuera del taller. Por su poco peso relativo, que las hace fácilmente manejables, su uso se ha extendido incluso fuera del ámbito profesional.

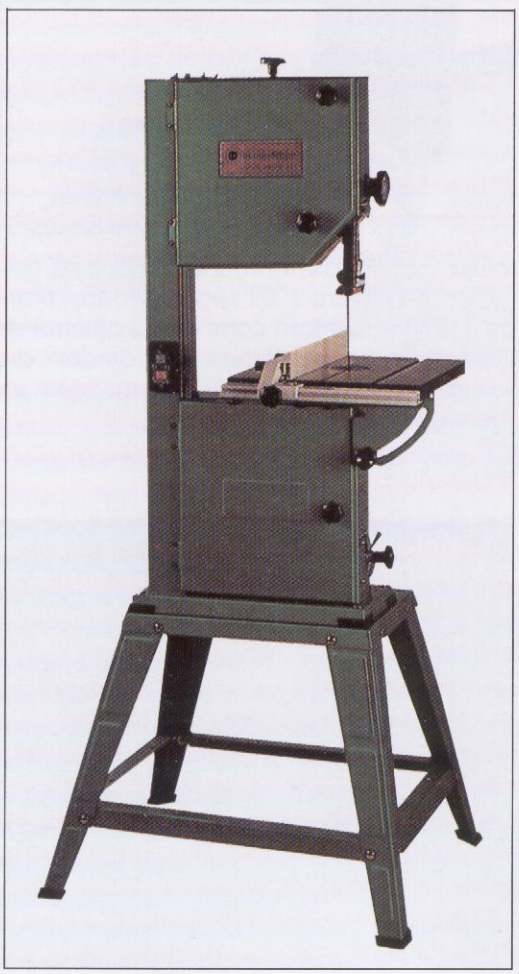
Entendemos por máquina portátil aquella que puede ser trasladada del taller a la zona de operaciones con relativa facilidad. Dentro de este capítulo es preciso hacer dos apartados: maquinaria portátil de sobremesa y maquinaria portátil manual.

MAQUINARIA PORTÁTIL DE SOBREMESA

Este tipo de maquinaria puede trabajar soportada sobre cualquier banco de trabajo. Los fabricantes de estas máquinas ofrecen también, opcionalmente, mesas y soportes adaptados a cada una de ellas. La técnica de trabajo es la misma que en la maquinaria pesada. La madera se trabaja pasándola por encima o deslizándola entre sus hojas de corte.

La descripción individual de este tipo de maquinaria puede consultarse en el capítulo de la maquinaria fija de taller. Algunos ejemplos de máquinas portátiles de sobremesa son: sierra de cinta *(figura 105)*; sierra de calar *(figura 106)*; sierra circular de mesa *(figura 107)*; sierra cir-

Figura 105



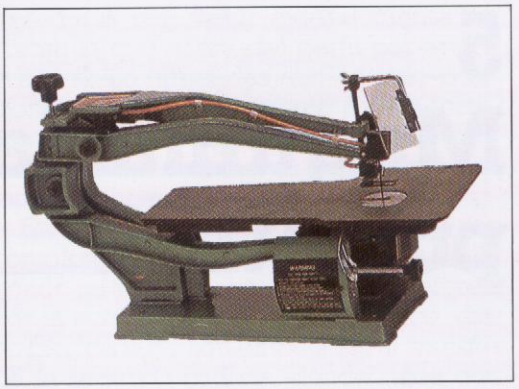


Figura 106

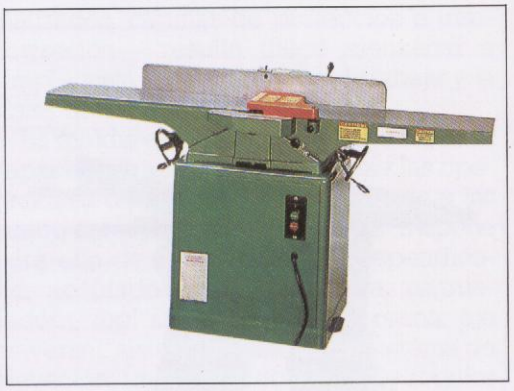


Figura 109

Figura 107

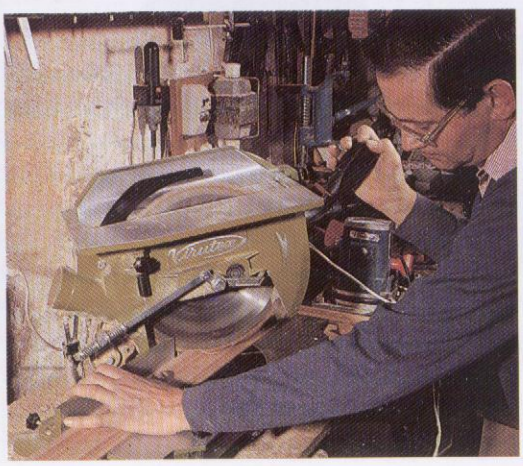
Figura 110

Figura 111

cular ingleteadora *(figuras 108a* y *b)*; cepilladora *(figura 109)*; regruesadora *(figura 110)*; cepilladora combinada o también llamada universal *(figura 111)*; lijadora de banda y disco *(figura 112)*; y encoladora de cantos *(figura 113)*.

Figura 108a

Figura 108b



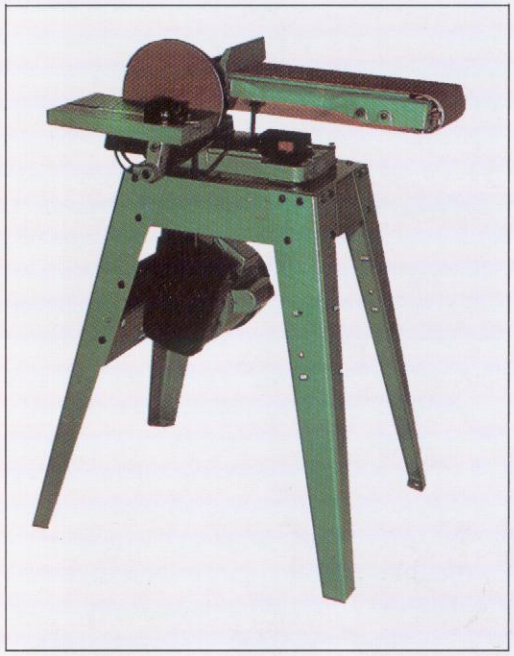


Figura 112

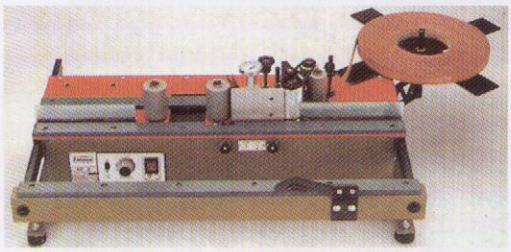


Figura 113

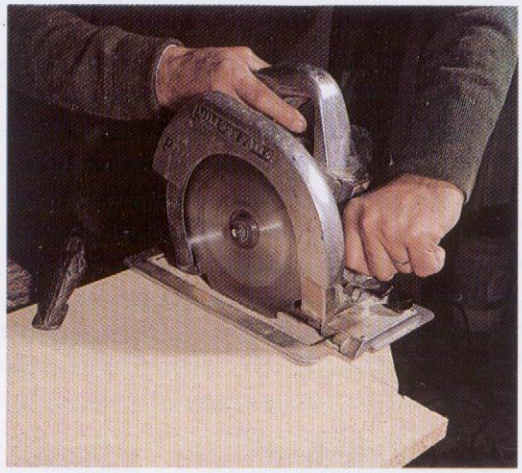


Figura 114a

Figura 114b

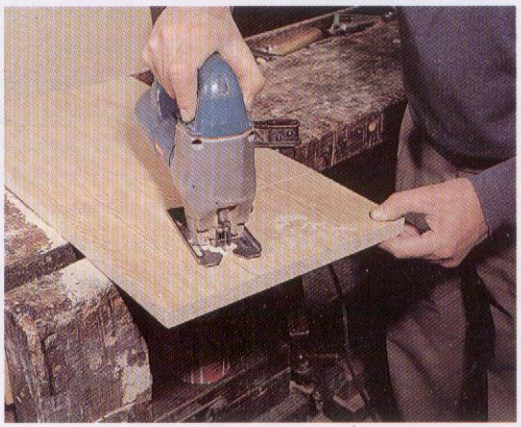


Figura 115

MAQUINARIA PORTÁTIL MANUAL

Estas máquinas, algo mayores que las herramientas manuales y de poco peso relativo, tienen en común que están compuestas de un motor acoplado directamente a las hojas de corte, con sus correspondientes fundas de protección, guías y asas o agarraderas. Fabricadas con materiales ligeros —aluminio y plástico duro—, están dotadas de motores monofásicos que desarrollan de 500 a 1.500 vatios, lo que da a sus ejes de rotación velocidades en vacío entre 3.500 y 20.000 rpm, características que, unidas a su poco peso, permiten por su maniobrabilidad ser consideradas como auténticas herramientas mecánicas y manuales y como tales ser usadas con la misma técnica de trabajo *(figuras 114a* y *b)*.

Otros ejemplos de estas máquinas portátiles manuales son: sierra circular *(figura 115)*; sierra de vaivén *(figura 116)*; cepillo *(figuras 117a* y *b)*; fresadoras *(figuras 118a, b* y *c)*; lijadoras de banda, orbital, rotorbital *(figuras 119a, b, c* y *d)*; encoladora de cantos *(figura 120)*; y taladradoras de martillo de baterías y destornillador de baterías *(figuras 121a, b* y *c)*.

Figura 116

Figura 117a

Figura 117b

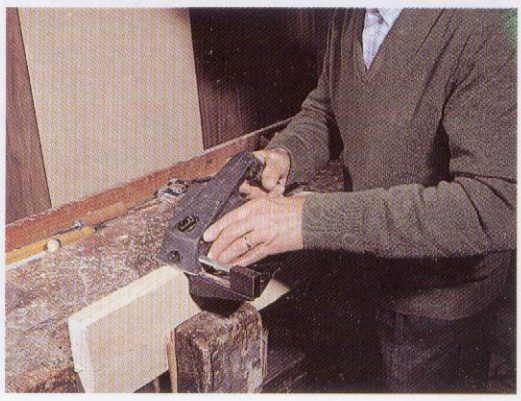


Figura 118a

Figura 118b

Figura 119a

Figura 118c

Figura 119b

Figura 119c

Figura 119d

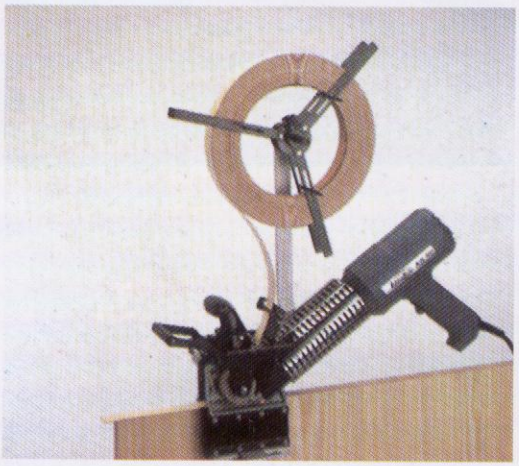


Figura 120

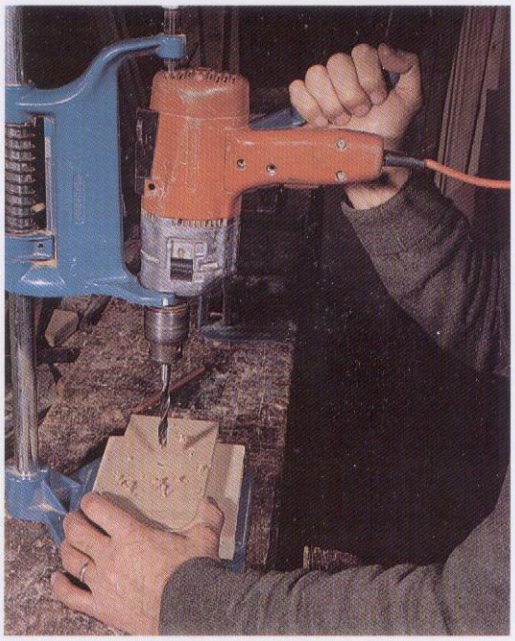


Figura 121a

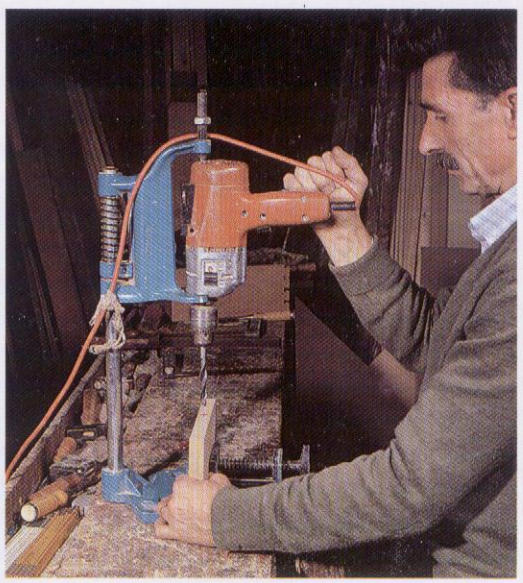
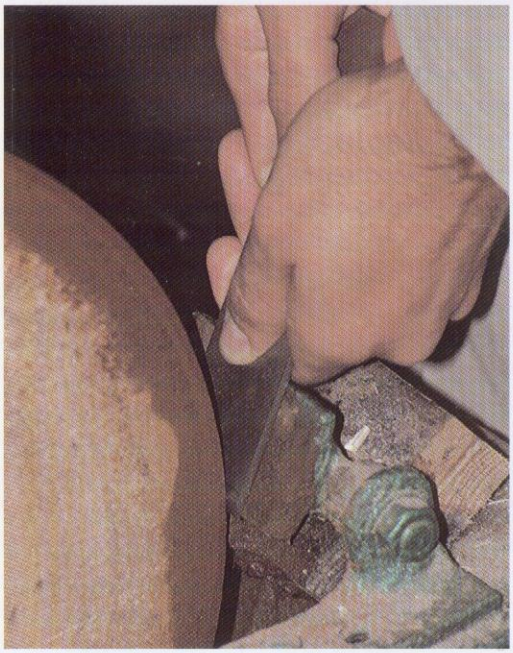


Figura 121b

Figura 121c



6 Mantenimiento de las herramientas para la madera

Toda herramienta tiene una finalidad para la cual ha sido pensada según su vida útil de trabajo; por eso sólo los útiles en su estado inicial están en perfectas condiciones para realizar los trabajos con garantía y calidad.

Si se pretende sacar el máximo rendimiento de las herramientas a lo largo del tiempo, es conveniente saber cómo funcionan y cómo se pueden rectificar hasta llegar al final de su vida sin tener que desecharla por un simple descuido o por el desgaste normal que sufre todo material con el uso.

Para ejecutar cualquier tipo de trabajo y el método que hay que emplear para ello, en un mundo tan amplio como es el de la carpintería y profesiones afines, cabe decir que cada profesional puede tener su propia óptica y su propio sistema de trabajo, pero para todos ellos las herramientas se pueden dividir en dos grandes grupos:

a) herramientas manuales;

b) maquinaria, elementos de corte.

Al igual que para un buen manejo de las herramientas, es necesario conocerlas; existen hábitos de conducta para su buena conservación:

— Cepillo: se ha de dejar siempre de lado encima del banco y dentro de la caja movible sin que la hoja sobresalga. Hay que observar bien la madera antes de cepillar, para evitar posibles cuerpos metálicos.

— Herramientas de corte libre (formón, escoplo, gubia, etc.): hay que evitar que sus filos estén en contacto con otros cuerpos metálicos. Al guardarlos, se les ha de colocar la caperuza de plástico o protegerlos con un paño.

— Sierras: hay que evitar en lo posible el contacto entre la hoja de la sierra y las manos; la probable humedad y las sales que éstas llevan disueltas producen oxidaciones.

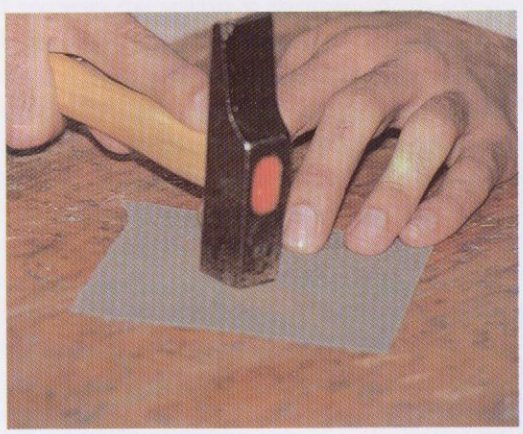
— Martillo: hay que limpiarlo de posibles restos de cola *(figura 122)*.

HERRAMIENTAS MANUALES

Las sierras

Las sierras, serruchos o afines constan de la hoja de corte y una estructura o mango que mediante la operación de serrado (separación y expulsión de peque-

Figura 122



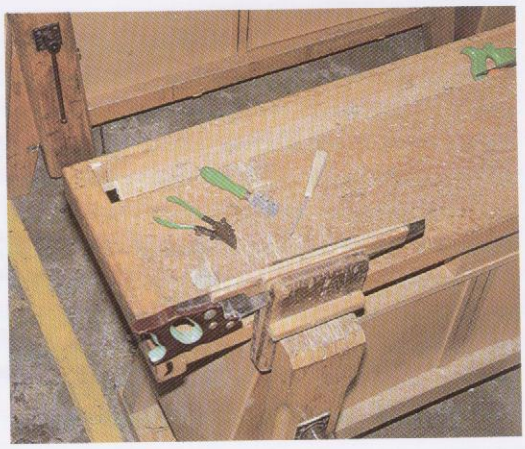


Figura 123

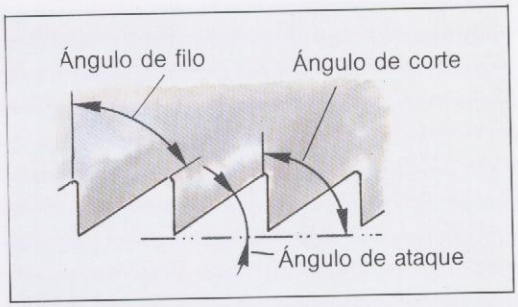


Figura 125

Figura 124

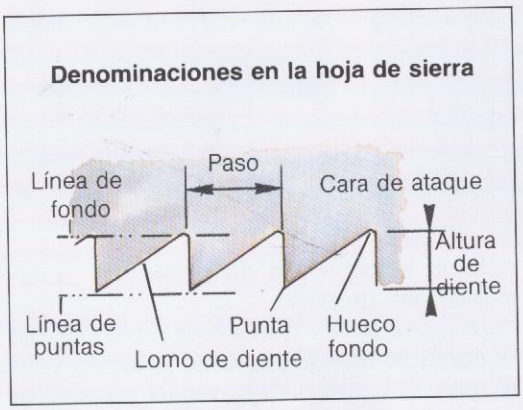
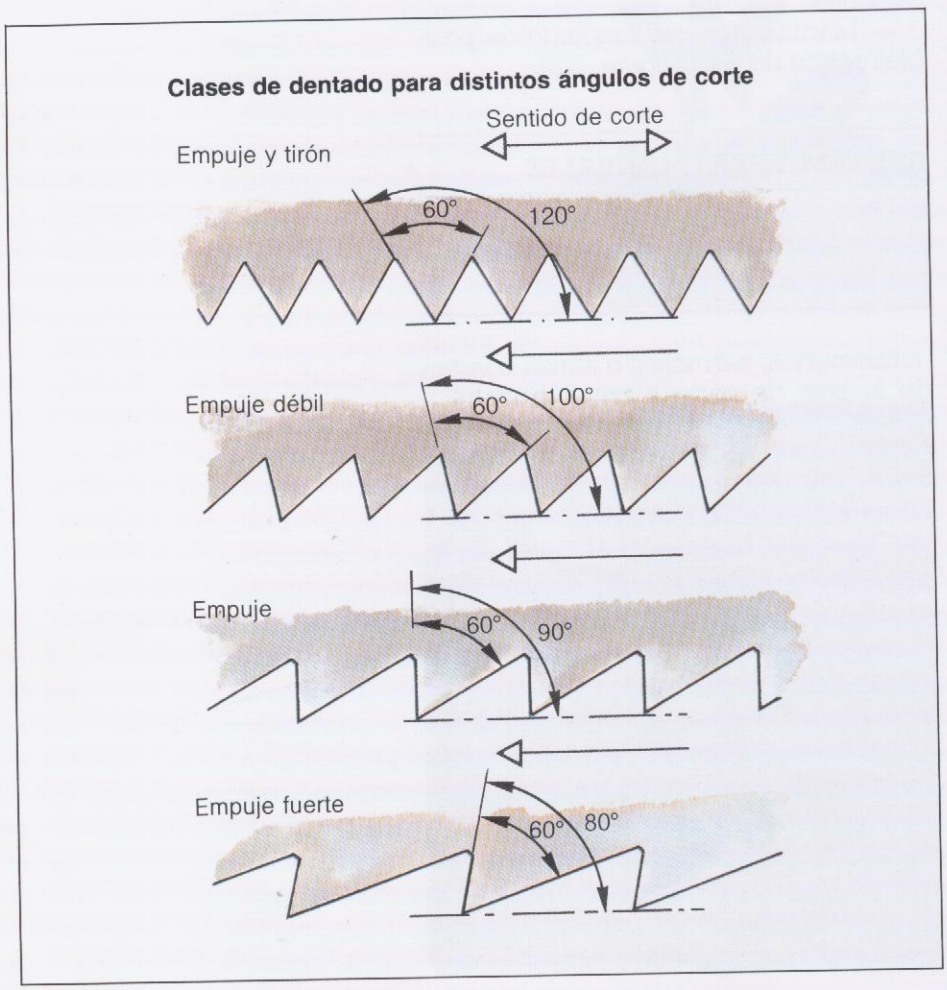


Figura 126



ñas virutas de madera por el movimiento alternativo de la sierra) da lugar a la separación de la madera continua.

Para conseguir el máximo rendimiento, la hoja de sierra no estará oxidada, sucia o embotada. El dentado debe ser regular y uniforme, es decir, que todos los dientes tengan la misma abertura e igual distancia y que dispongan de un triscado adecuado al uso y a la madera que haya que aserrar.

Todas las sierras y serruchos manuales deben estar triscados en mayor o menor grado, éste depende del grosor de la hoja, excepto en el corte de chapa que actúa como una cuchilla.

Para aserrar al hilo la mejor disposición de los dientes es perpendicular a la hoja; en cambio, para un sierra de tronzar o cortar, los dientes han de disponer de una pequeña inclinación para que el corte sea más eficaz. Por eso es conveniente disponer de los útiles más apropiados en cada caso para conseguir una buena conservación y calibrado de las sierras, sea por lima triangular, triscadores, prensa, aceite *(figura 123)*. Denominaciones en la hoja de sierra *(figura 124)*:

— paso de los dientes (longitud entre dientes). Es la separación entre dos puntas consecutivas;

— altura de diente: se define como la distancia vertical de la línea que pasa por las puntas de los dientes y la que pasa por el fondo de los mismos;

— ángulo de corte: es el ángulo entre la cara de ataque y la línea de punta de diente;

— ángulo de ataque: es la diferencia que existe entre el ángulo de corte y el ángulo de filo;

— ángulo de filo: es el formado por la cara de ataque y el lomo del diente *(figura 125)*.

Clases de dentado para distintos ángulos de corte:

— Si el ángulo de corte es de 120°, la sierra corta en ambos sentidos, y trabaja empujando y tirando. Al reducir el ángulo de corte, se reduce también la eficacia de la sierra al igual que el consumo de la energía para accionarla. La sierra sólo corta en el camino de ida.

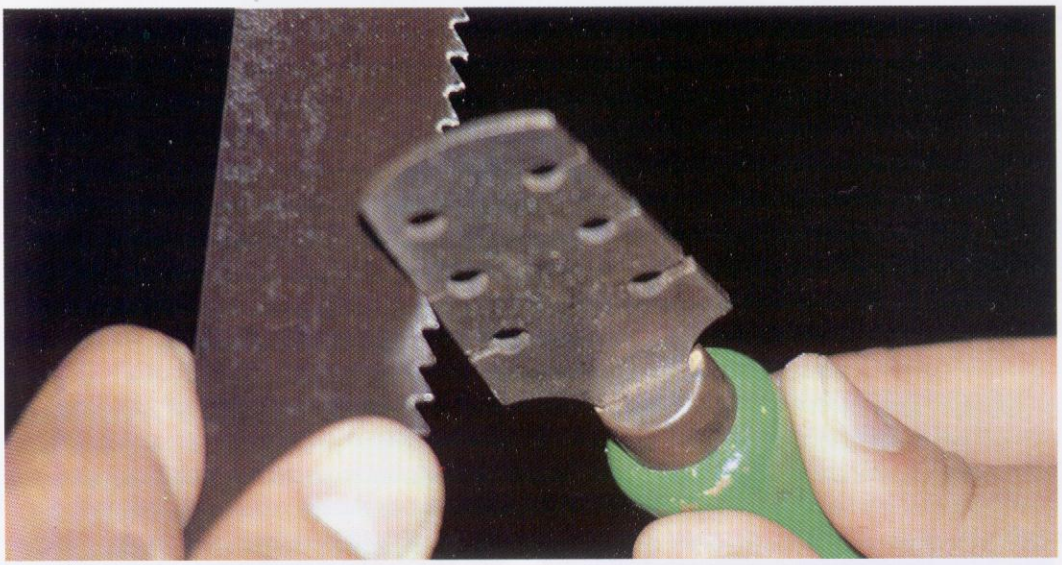


Figura 127

— Si el ángulo de corte es de 90° o menor, la fuerza necesaria de aserrar será superior progresivamente, pero también lo será su eficacia *(figura 126)*.

HERRAMIENTAS PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS SIERRAS

Para un buen mantenimiento de las sierras se utilizarán los triscadores o tenazas triscadoras, que sirven para doblar los dientes.

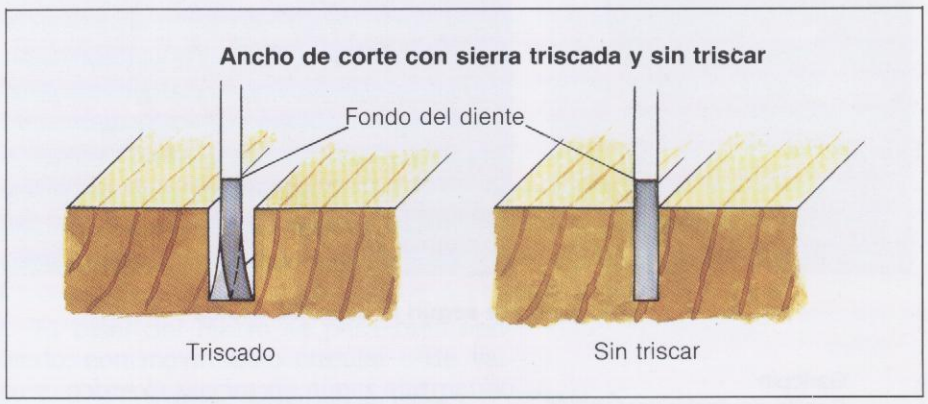
Las tenazas triscadoras permiten doblar los dientes de la sierra con la misma exactitud hacia un lado que hacia el otro, mientras que en el empleo del triscador normal dependerá de la fuerza que se haga al incidir sobre cada uno de ellos para conseguir el paso de corte preciso. El afilado de los dientes se ejecutará con limas triangulares adecuadas, con el fin de conseguir que el paso entre dos dientes consecutivos no exceda nunca el doble del espesor de la hoja.

Si se pretende efectuar con precisión el empleo del triscador o de la sierra es necesario sujetar la sierra con tenazas prensadoras o mordaza. Son elementos de madera que se cogen al tornillo de un banco de carpintero y en su interior se colocan las sierras.

TRISCADO

El hecho de someter una sierra al proceso de triscado tiene por objeto evitar que ésta se clave o agarrote. Con el triscador *(figura 127)* o tenazas triscadoras, como se ha dicho, se doblan alternativamente los dientes a derecha e izquierda de una hoja de corte, siendo necesario para que el ancho de corte sea mayor que el de la hoja, con lo que se evita un rozamiento innecesario entre ambos. Todo el ancho de triscado no debe ser superior al doble del grueso de la hoja y tiene que ser simétrico para evitar desplazamientos de corte *(figura 128)*.

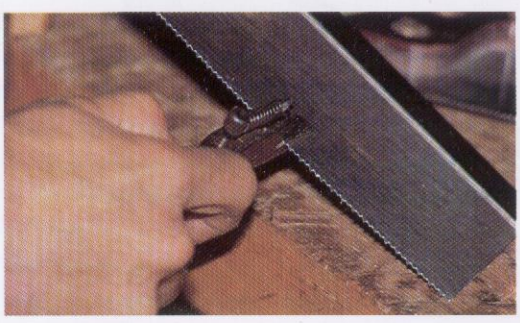
Figura 128



La profundidad del triscado debe ser aproximadamente sólo la mitad de la altura del diente; de no ser así, se corre el riesgo de que se formen grietas en el fondo del diente y se rompa.

Los triscados muy abiertos producen exceso de serrín y requieren un exceso de esfuerzo *(figura 129)*.

Figura 129



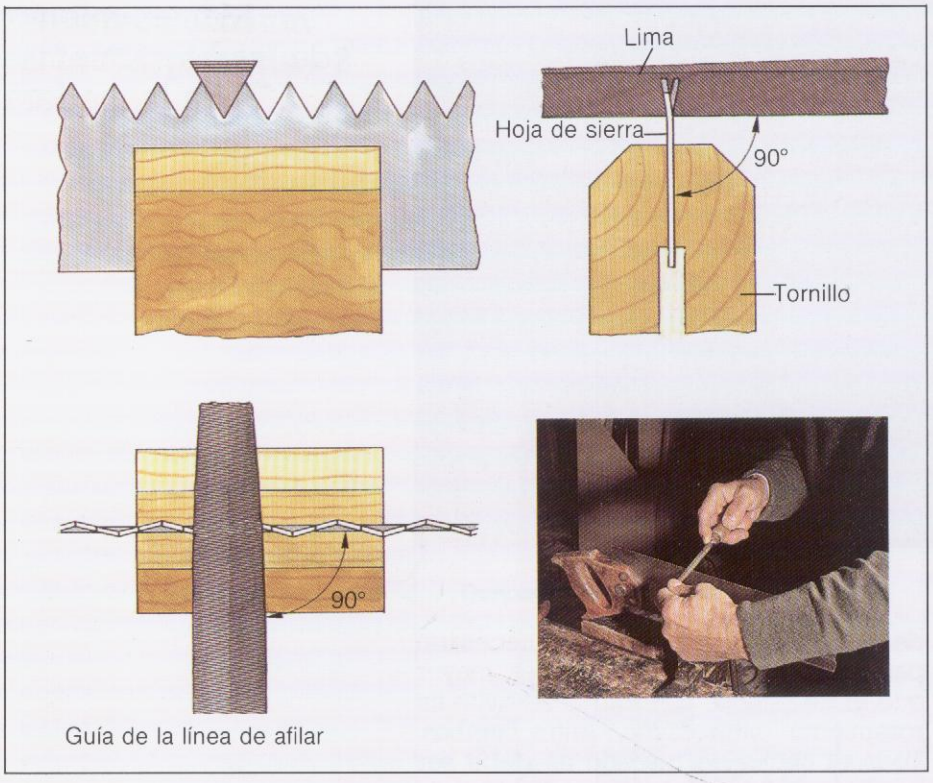


Figura 130

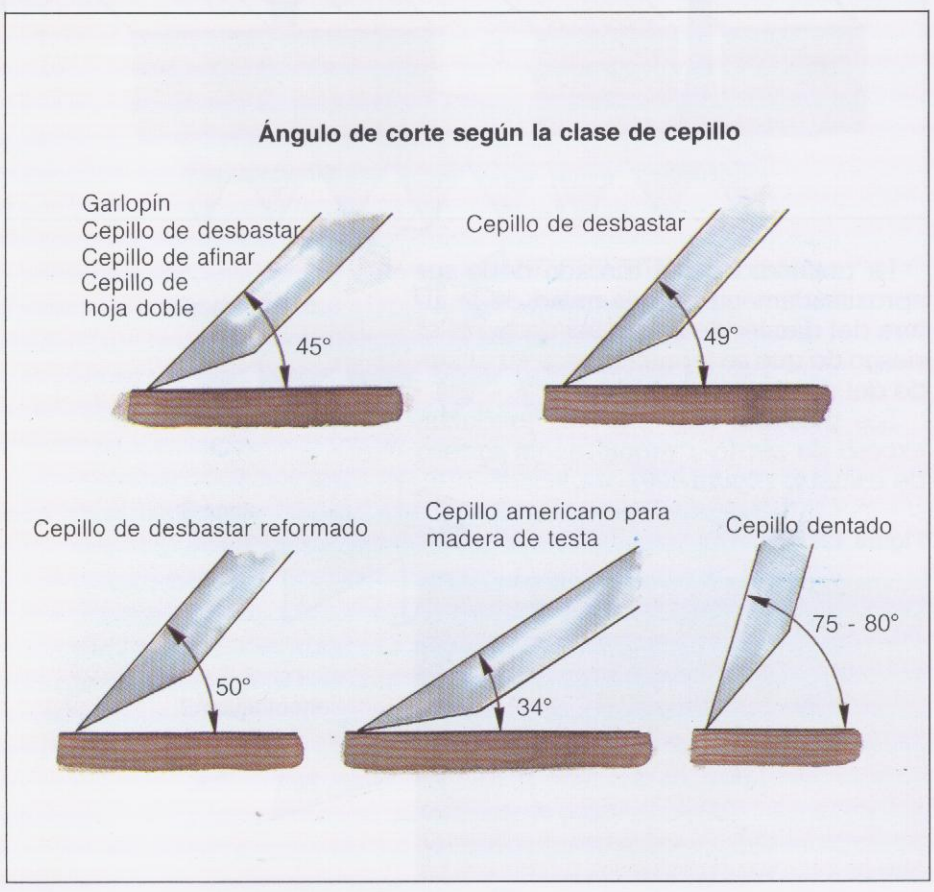
AFILADO

El afilado tiene lugar por el limado del borde de ataque y se hace con una lima triangular apropiada según el diente. Se coloca la sierra en la mordaza, dejando que los dientes sobresalgan por encima. Acto seguido se coge la lima y llevándola siempre horizontal y perpendicularmente a la hoja se presiona con suavidad de atrás hacia delante, procurando que la lima se ajuste bien al ángulo de los dientes *(figura 130)*.

RECTIFICADO

Cuando se aprecia que en la sierra o serrucho las puntas de los dientes no están alineados, no quedan todos sobre la misma visual horizontalmente, se procederá al rectificado de los dientes de corte corrigiéndolos todos de nuevo. Si es conveniente, se puede pasar una lima plana por encima de los dientes uniformizándolos, y a continuación se vuelven a hacer de nuevo los dientes, triscándolos y finalmente limándolos.

Figura 131



Cepillos y afines

Dentro de la conservación y mantenimiento de las diferentes variantes de cepillos, se puede afirmar que en casi todos lo más importante es saber dejar el filo de corte en perfecto estado, por muy variado que éste sea *(figura 131)*. Para ello es imprescindible conocer cómo trabajan y qué herramientas auxiliares son las más adecuadas para cada caso a la hora de afilar las hojas *(figura 132)*.

En el comercio existen varias modalidades de afiladores para conseguir un filo apropiado. Ahora bien, generalizando, se puede decir que hay dos fases bien diferenciadas para obtener un filo en perfecto estado. La primera de ellas sería la formación del bisel afilado y una segunda consistiría en acondicionar el afilado, es decir, quitar las rebabas y estrías que se han producido.

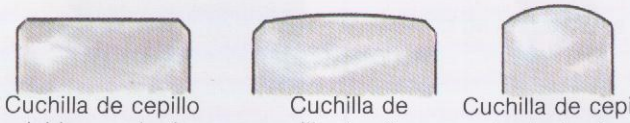
Para que un filo sea duradero no se puede recalentar la cuchilla para no modificar su temple y dureza. Por eso interesa utilizar útiles que tengan refrigeración *(figura 133)*.

Un buen afilado dependerá del tipo de muela o piedra que se vaya a utilizar: natural, artificial y del tipo de grano.

AFILADO

Toda acción de afilado consiste en rebajar la hoja de la herramienta que tiene el corte o filo en mal estado (mellado, em-

Formas de filo de las distintas cuchillas



Cuchilla de cepillo doble y garlopín | Cuchilla de cepillo de alisar | Cuchilla de cepillo de desbastar

Figura 132

Figura 133

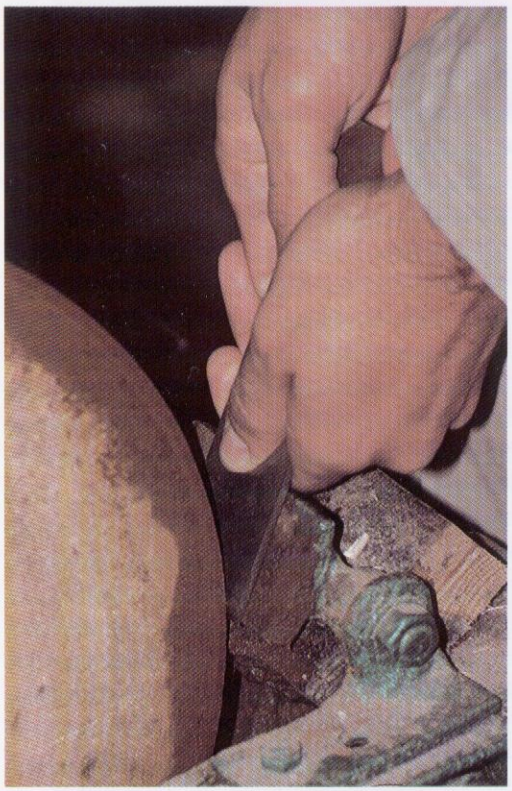


Figura 134

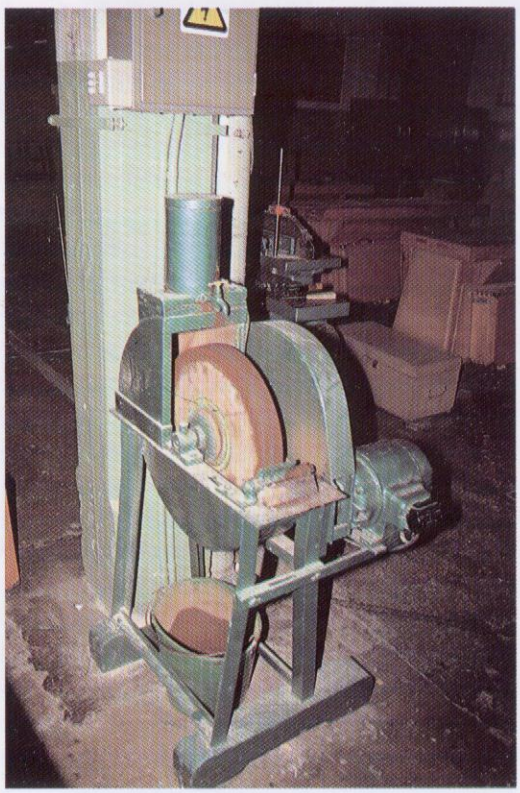
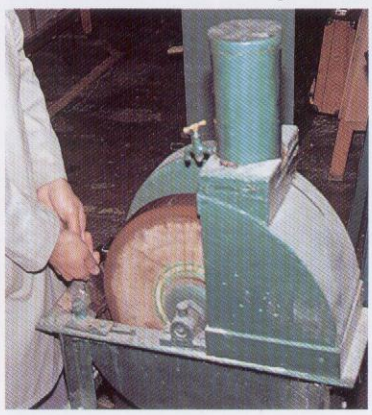


Figura 135



botado o gastado). Las muelas se mueven con una manivela o con un motor eléctrico y consisten en una piedra circular, natural o artificial.

Durante el afilado la cuchilla se desliza a uno y otro lado *(figura 134)*. Para el afilado a base de piedra natural es aconsejable que ésta se empape en agua, de lo contrario, el roce calentará la hoja con peligro de destemplar el acero. La piedra de afilar debe estar bien centrada, para que el giro sea uniforme. Cuanto más fino sea el grano, más lisa quedará la parte afilada y más fino será el corte *(figura 135)*.

AFINADO

Después de afilar con muela, se procederá al afinado. Para lograr el filo correcto se repasará con piedras (calcáreas) sin grano. Éstas deben ir siempre bañadas en aceite con la finalidad de obtener mejor el filo.

El bisel del hierro se pasa bien apoyado, con movimiento circular o de vaivén, sobre la piedra de afinar alternando el apoyo de la cara y el bisel hasta conseguir romper la rebaba. Para conseguir un mayor apoyo es conveniente coger la cuchilla lo más próximo al filo posible, así se consigue tener más tacto y evitamos que si se hace con un mal apoyo la acción de brazo de palanca sea mucho menor *(figura 136)*.

Hay que procurar que la piedra de afinar se gaste uniformemente *(figura 137)*.

Herramientas para rascar

En este apartado tenemos que hacer mención a dos grandes grupos: uno sería el campo de lima y escofinas para madera *(figura 138)* y el otro todo el amplio campo de las cuchillas. Tanto en un caso como en el otro es necesario considerar que un buen cuidado de las herramientas

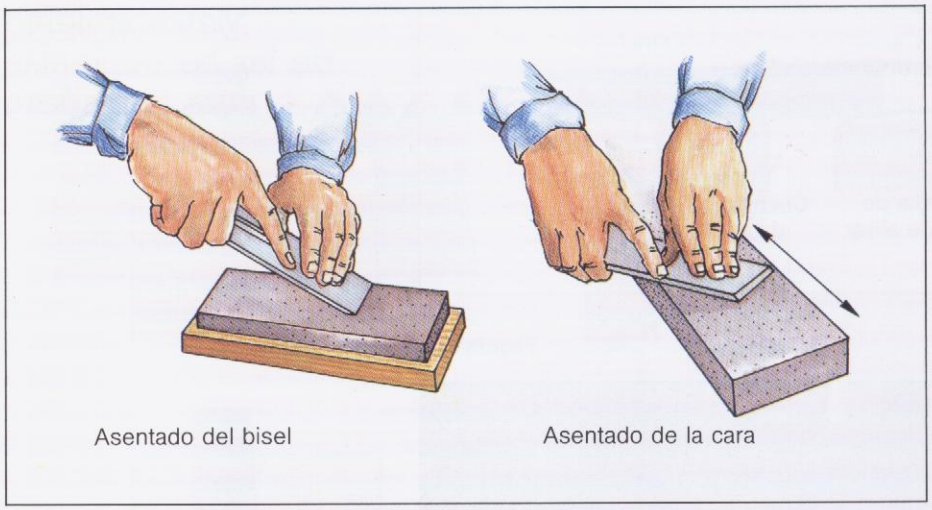


Figura 136

Figura 137

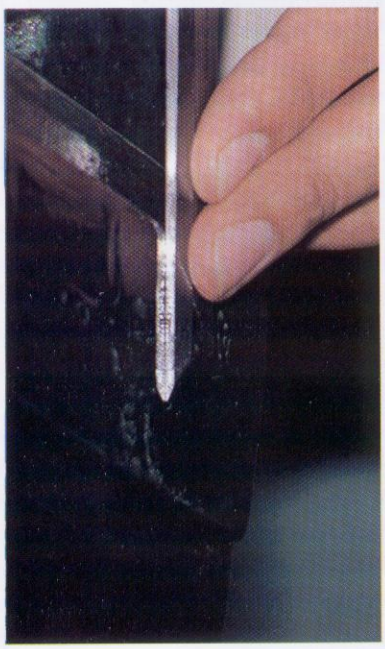


Figura 138

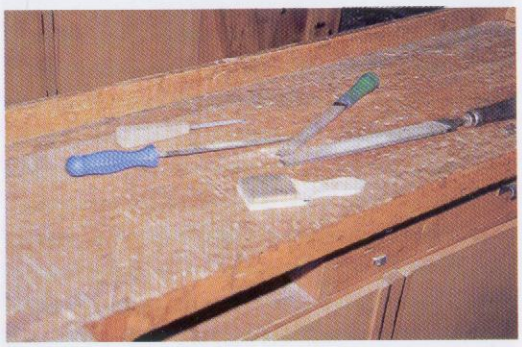


Figura 139

y sobre todo una buena utilización serán indispensables para obtener un buen trabajo final. Por eso debemos recordar que:

— Las herramientas de rascar trabajan por el arranque de virutas, las cuchillas por corte y las limas por desgarro.

— Las cuchillas son las herramientas con las que se puede sacar una viruta más pequeña.

— Para que la lima no se embote es necesario actuar sin restos de cola.

— Hay que actuar con la carda, frotado con cepillo metálico *(figura 139)*.

— Para un buen acabado y pulido de las maderas semiduras y duras es necesario disponer siempre a mano de cuchillas, ya que con papeles de lija, por muy fino que sea su grano, siempre se producirá un rayado.

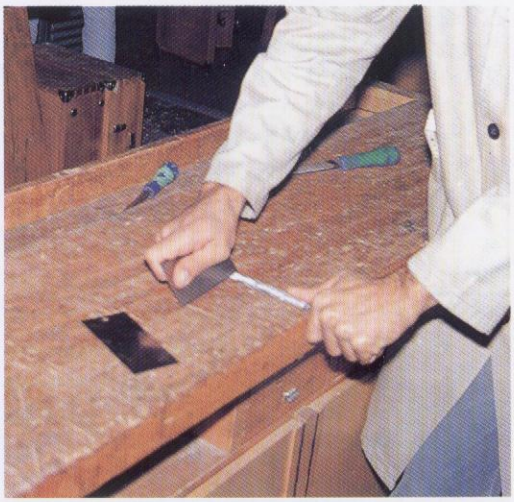


Figura 140

AFILADO

El afilado de cuchillas consiste en provocar una rebaba en sus aristas longitudinales mediante una presión con un bruñidor o chaira, que no es más que un instrumento de acero bien pulido, normalmente de sección triangular.

La rebaba será más inclinada para maderas duras y menos para chapa. En algunos casos se puede usar un compactador de rebaba para hacerla más duradera *(figura 140)*.

Después de un uso prolongado, el corte de la cuchilla se embota. Cuando la herramienta produce polvo en lugar de virutas, es señal que tiene que afilarse, y para ello:

a) Se rectifica el borde mediante una lima plana, dejando a escuadra y con una pequeña curvatura los extremos.

b) Se pasa la cuchilla por la piedra de afinar, aceite, y perpendicularmente se frota para que las rayas provocadas por la lima desaparezcan.

c) Se pasa el bruñidor por las caras con la finalidad de que queden absolutamente lisas.

d) Por medio del bruñidor se provoca la rebaba en las cuatro aristas posibles, con una o varias pasadas *(figura 141)*.

COMPACTADO

Para la cuchilla, en su uso habitual, es necesario disponer a mano de un bruñidor para ir compactando e ir inclinando la rebaba. La utilización de éste tanto puede ser en sentido de avance como de retroceso, con una mano o con las dos; lo que sí es indispensable es ir variando su inclinación inicial y sobre todo comprimir

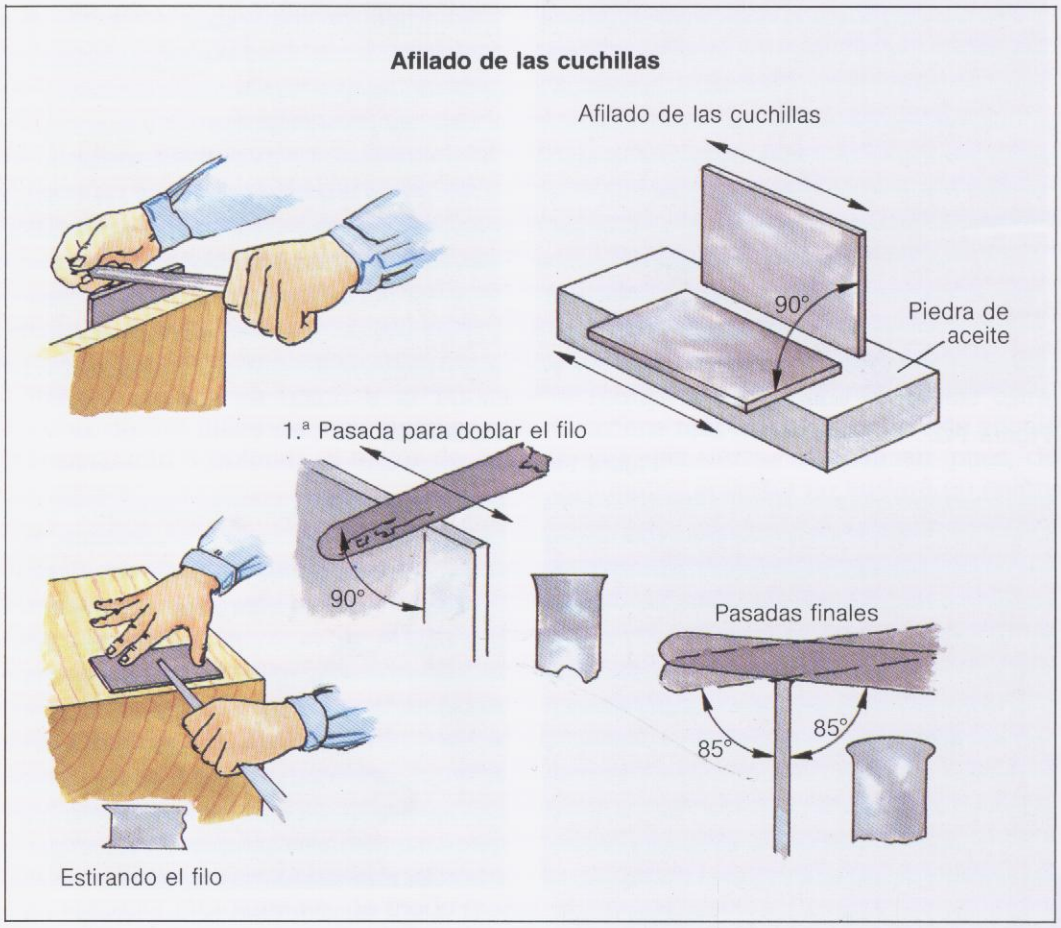
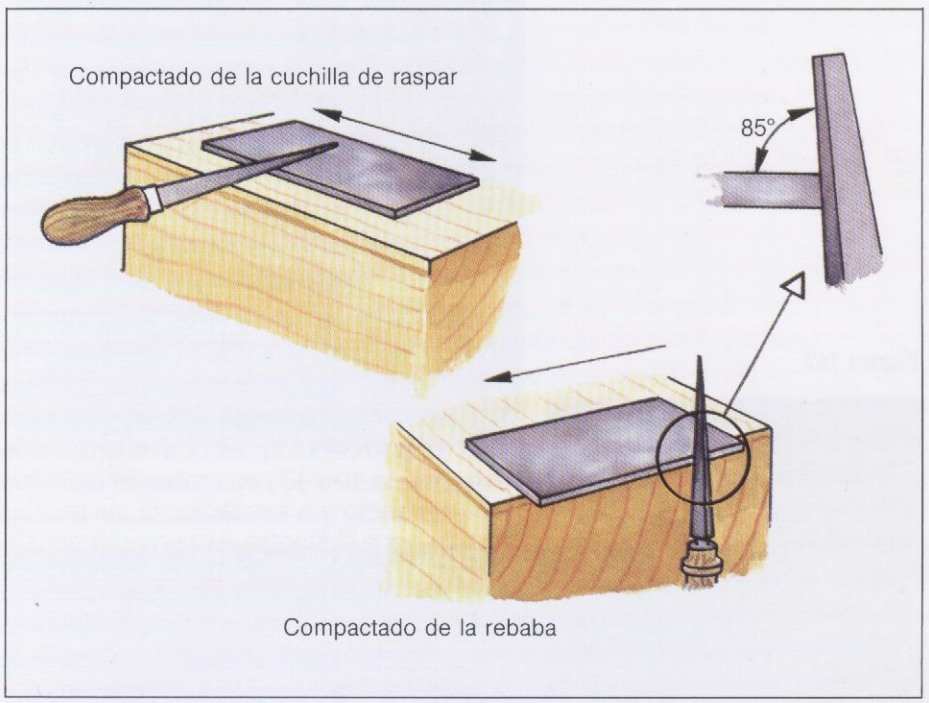


Figura 141

Figura 142

su rebaba, que es el elemento de corte *(figura 142)*.



Herramientas para escoplear

Hablando de herramientas manuales, este grupo es de mucha importancia por su gran variedad de herramientas, que abarcan formones, escoplos, gubias, cinceles, etcétera.

Al existir gran variedad de modalidades y más aún si consideramos las series largas, para el uso del torno, nos encontramos con una gama muy grande de herramientas afines, pero todas con una utilidad especial.

Con el fin de mantener en perfecto estado de uso las herramientas se recomienda que:

— Los formones, escoplos y gubias se afilen en muelas de piedra artificial, sólo con una presión moderada, porque tienen una anchura pequeña con respecto a hierros de cepillos.

— En las herramientas de escoplear no hay que vaciar el bisel.

— Para escoplear se emplea el mazo de madera, y si es para detalles de precisión, el empuje de la propia mano o puño.

— Es de vital importancia mantener los filos de las herramientas fuera del alcance de otros hierros, así evitaremos posibles roces.

— Las herramientas se guardarán en sus respectivos útiles de protección, ya sean fundas de plástico, paños de ropa o alojamientos especiales *(figura 143)*.

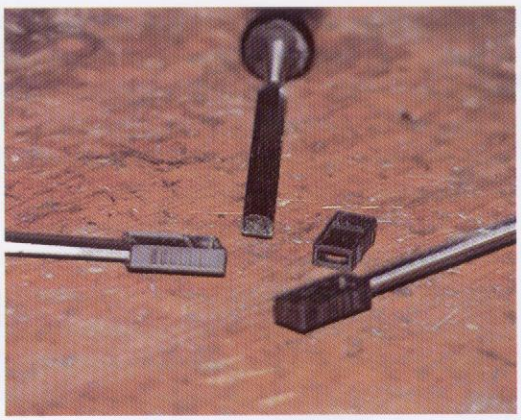


Figura 143

Figura 144

Figura 145

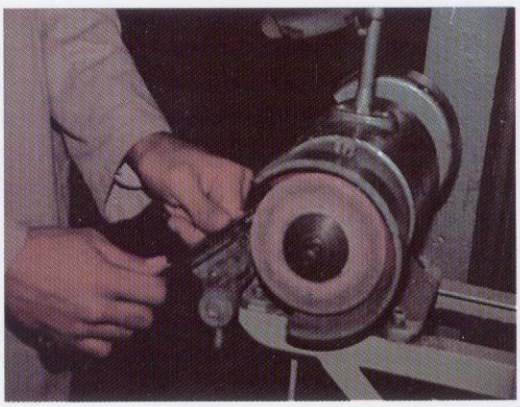


Figura 146

Figura 147

AFILADO

En el afilado de los hierros se opera de igual forma que en el afilado de los cepillos y herramientas afines, sólo que al existir en el mercado gran variedad de muelas para afilar *(figura 144)* y afinar, es conveniente saber de qué tipo de hierro o acero disponemos y de qué manera se afila *(figura 145)*.

El afilado de las esquinas tiene que conservar el ángulo agudo. El ángulo de filo más apropiado es el de 25°, aunque puede oscilar hasta los 50°. En los escoplos, por excepción, es conveniente que éste sea de 40 a 45°; en ambos el filo tiene que ser recto y a escuadra. Si las muelas son de poco diámetro, es conveniente afilarlo por los laterales de la muela para dejar el bisel recto.

AFINADO

Se conseguirá un afinado óptimo con una piedra sin grano y apoyando con firmeza, sin variar la cara que se quiere quitar la rebaba, cara y bisel *(figura 146)*.

Las gubias se repasan con piedras pequeñas y que tengan el mismo corte que su sección para pasarlas por su bisel.

Herramientas para perforar

La conservación de las brocas en la actualidad es poco usual, ya que se está haciendo un exceso de compra por parte del productor, aficionado o carpintero. Al utilizarse poco las brocas para berbiquí prácticamente no se afilan. La broca con punta no es rentable rectificarla, y la broca helicoidal es la única común que se intenta repasar en el propio taller.

AFILADO

En las brocas para berbiquí se afilan los dos biseles horizontales, que penetran en la madera, y los gavilanes, que cortan la fibra e impiden que se astille la madera *(figura 147)*.

Las brocas helicoidales con punta cónica sólo se pueden afilar en la muela procurando no modificar el ángulo de la punta ni quemarla para no destemplarla.

En este apartado se hace mención también de una serie de recomendaciones de utilidad:

— las hojas no deben dejarse amontonadas ni entremezcladas;

— después de su uso hay que limpiarlas y engrasarlas ligeramente;

— las brocas se guardan en tacos de madera o cajones en los que puedan quedar suspendidas;

— una vez utilizadas, deben quitarse de la rosca y de los filos los restos de madera y resina adheridos.

MAQUINARIA CONVENCIONAL

Una conservación cuidada de las herramientas contribuye a aumentar su rendimiento, lo cual va unido a la buena calidad de los útiles de mantenimiento, que ayudarán a obtener el mejor de los resultados.

Se consideran normas para una buena conservación:

— Evitar que se dañen los filos, guardando cada herramienta una vez finalizado el trabajo.

— Con ayuda de un decapante solvente, eliminar de los dientes las incrustaciones de resina, cola, etcétera, que se forman durante el trabajo.

— Afilar las herramientas a menudo. Es erróneo pensar que demorar un afilado constituye un ahorro. Al contrario, una vez iniciado el proceso de desgaste del corte, éste aumenta rápidamente, de modo que después resultará una mayor cantidad de material que deberá rebajarse en el próximo afilado.

Sierra cinta o sin fin

La sierra cinta debe estar compuesta de un acero de alta calidad, debe tener una composición química apropiada y también una estructura homogénea y debe estar limpia de todo género de incrustaciones o escoria, lo que en condiciones desfavorables produciría la rotura prematura de la sierra.

La forma y la medida de los dientes ejercen una influencia decisiva en el resultado del aserrado. La forma de los dientes depende de diversos factores:

a) naturaleza de la madera;
b) el sentido de corte en relación con la veta de la madera;
c) avance de la madera;
d) espesor de la sierra;
e) velocidad de la sierra;
f) profundidad de corte.

Existen tres tipos fundamentales de dientes:

— El tipo N se utiliza generalmente para sierras estrechas, es decir, de hasta 50 mm. Es una forma de diente rápido que puede recomendarse para el aserrado de madera muy dura. El espacio entre diente y diente para la viruta es relativamente pequeño.

— El tipo O ofrece un espacio para viruta de fondo plano y de grandes dimensiones. Se recomienda para maderas blandas. En opinión de muchos aserradores, el fondo plano de los dientes reduce el riesgo de grietas debido a la flexión constante de la sierra sobre los volantes.

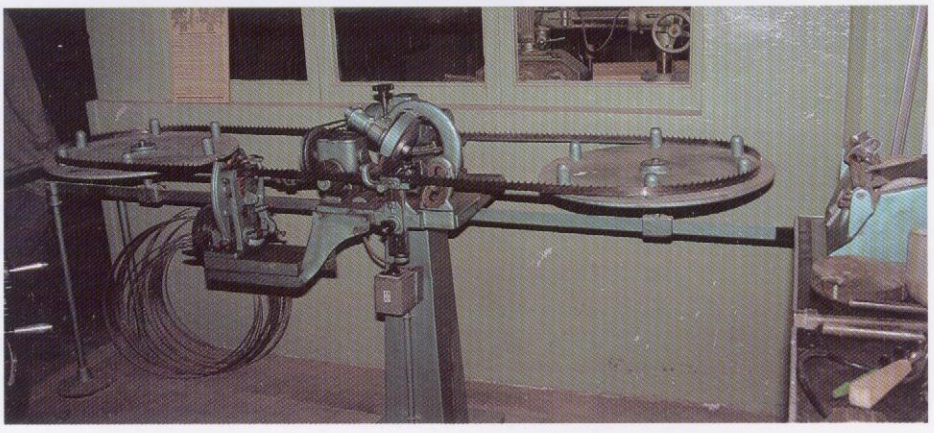
— El tipo S es el tipo normal para sierras anchas y especialmente para dientes recalcados. El lomo redondeado del diente reduce a un mínimo el ángulo libre. Conviene respetar el valor de este ángulo cuando las sierras se reafinan, pues, de otro modo, la sierra no tardará en calentarse.

AFILADO

El afilado de los dientes se hace por el afilado propiamente dicho o por el limado. Estas operaciones deben efectuarse después del triscado o del recalcado. Si el afilado se efectúa antes, el filo cortante resultará oblicuo *(figuras 148a* y *b)*.

Figura 148a

Figura 148b



Una buena ejecución del afilado es de una importancia fundamental para su vida útil. En la mayor parte de los casos, las grietas en el fondo de los dientes provienen de que el afilado se ha hecho sin cuidado, con útiles inadecuados.

Los riesgos de deterioro de la sierra son más grandes cuando se afila con muela que cuando se hace con lima. El limado evita prácticamente todo riesgo de calentamiento excesivo.

MAQUINARIA PARA AFILAR CINTAS DE SIERRA

La maquinaria debe estar en buen estado y sólidamente fijada en los cimientos. Puede ser horizontal o vertical. Debe ser controlada a intervalos regulares y cualquier deficiencia será eliminada de inmediato. No debe tener vibraciones. El fondo de los dientes no debe encontrarse a más de 2 o 3 mm por encima del dispositivo de fijación, pues si no los dientes vibrarán durante el afilado.

En síntesis, la máquina consta de un cabezal en el que hay un triscado y un afilado sincronizado para que puedan graduarse sus dimensiones de trabajo, así como dos apoyos circulares que guardarán la horizontalidad de la sierra.

Los defectos más corrientes del afilado son el calentamiento excesivo y las grietas microscópicas en el fondo de los dientes. Conviene hacer un repasado para asegurar el pulido de las caras laterales de los dientes, de modo que se obtenga una superficie de corte limpia.

Sierras circulares

Al mantenimiento o conservación en buen estado de los discos de sierra contribuyen el triscado y el afilado.

El triscado es necesario para que los dientes corten con libertad y el campo del disco no roce en la ranura del corte.

Los discos de sierra compuestos no se triscan, pues las plaquitas de metal duro o diamante sobresalen lo suficiente para el corte libre.

Sólo debe triscarse el tercio superior de la altura del diente; de este modo se evita que se agriete el fondo del diente. El triscado se rige según el grado de calidad del corte y del contenido de humedad de la madera.

El afilado de los discos de sierra se hace por lo general con máquinas afiladoras. Para dentados especiales se equipa la máquina con accesorios adicionales.

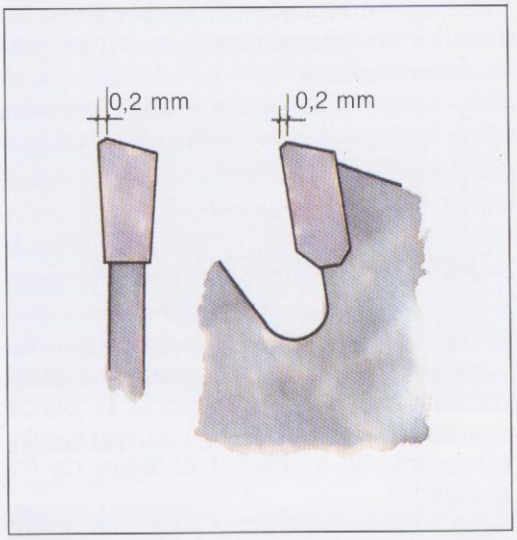


Figura 149

Calidades de materiales de corte

HSS. Acero super rápido. Pintura de color azul. Calidad adecuada para trabajar maderas blandas y semiduras, no abrasiva a la velocidad de corte corriente que no exceda de 50-55 m/s. Permite obtener excelentes acabados en la superficie trabajada. Afilado con muela de corindón o borazón.

TT. Plaquitas de aleación al 45 % de cobalto. Pintura de color ocre. Esta calidad se sitúa entre el acero *HSS* y el *MD.* Recomendable para condiciones de trabajo difíciles (avance lento, madera por testa). Afilado con muela de borazón o corindón.

MD. Herramientas con plaquitas de metal duro, llamado widia.

HM. Pintura de color rojo. Se usa en útiles para trabajar maderas duras y abrasivas, aglomerados, contraplacados, plastificados y en general cuando existen zonas encoladas que haya que trabajar. Dentro de la denominación genérica *MD,* existe una gran diversidad de aleaciones con distintos grados de dureza y resistencia al desgaste. Afilado exclusivamente con muela de diamante.

DIA. Herramientas de diamante policristalino. Pintura de color plata. Calidad para trabajar materiales muy abrasivos.

SR. Herramientas de acero semirrápido, con alto contenido en cromo. Destinadas a trabajar madera blanda.

METAL DURO WIDIA

El reafilado de las sierras circulares de metal duro requiere mucho cuidado y destreza. Deben ser reafiladas por personal especializado en dicho trabajo, en

máquinas adecuadas y siempre mediante una muela diamantada.

Es muy importante que el reafilado se realice en el momento oportuno, es decir, que el filo de los cortes no se redondee más de 0,2 mm (2 décimas) *(figura 149)*.

Hay que alternar los afilados del lomo con los de la cara frontal, de forma que se consuma la plaquita proporcionalmente hasta su totalidad. No se pueden afilar los flancos de las placas de metal duro. Hay que limpiar las sierras de las sustancias resinosas que, al trabajar, se adhieren a ellas.

ACERO DULCE (SR, HSS)

El rebajado de los dientes de una sierra circular se hace necesario después de varias afiladas, pues los vanos entre dientes pierden altura y se empastan fácilmente con serrín. Entonces es necesario llevarlos a la profundidad original. Esta operación se realiza por lo general con una pequeña rueda esmeril.

El afilado de una sierra de corte al hilo y de una sierra de corte transversal puede hacerse a mano o a máquina. La diferencia entre las dos sierras será, en definitiva, el ángulo de los dientes, el triscado y sobre todo la dureza del material en que se van a usar las sierras.

Afilado de cuchillas

Las cuchillas usadas en ensambladoras, cepilladoras, regruesadoras y moldeadoras deben ser afiladas y asentadas regularmente para que no produzcan un corte de primera clase.

Otra consideración importante es la seguridad del operario, pues siempre es peligroso trabajar en una máquina con herramientas cortantes desafiladas.

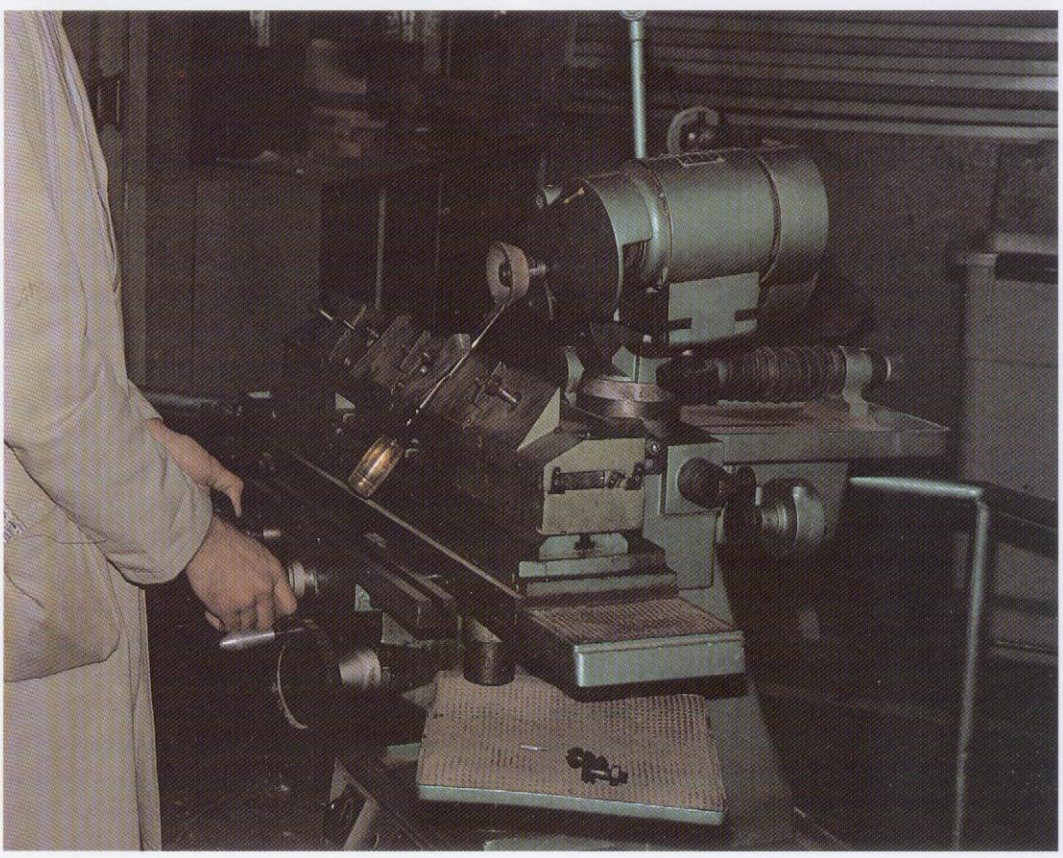
AFILADO

En las modernas cepilladoras y ensambladoras no es necesario quitar las cuchillas del cabezal, pues están equipadas con un dispositivo afilador. Lo habitual es quitar las cuchillas y afilarlas en afiladoras automáticas. Éstas varían mucho en tamaño de acuerdo con la longitud de las cuchillas al ser afiladas, pero son muy similares en su construcción *(figura 150)*.

Fresas

Hay diferentes tipos de máquinas para afilar fresas; casi todas van combinadas

Figura 150



para que puedan afilarse cuchillas y demás útiles *(figura 151)*.

MÁQUINA PARA AFILAR FRESAS

Consta de un cabezal en el que va situado el motor, que normalmente puede ser giratorio para dar mayor versatilidad a la máquina, uno o dos ejes en los que se montan las muelas según se quiera afilar el tipo de fresa, plana, de capa, cónica, etcétera, y dispositivos de fijación de las fresas que haya que afilar *(figura 152)*.

No sólo es importante trabajar bien y que los elementos de corte estén en buenas condiciones: es imprescindible un cuidado semanal de todas las máquinas. Estas tareas van desde aflojar la sierra cinta el fin de semana, engrasar los ejes periódicamente, mantener las cadenas del taladro de cadena en un recipiente con gasóleo *(figura 153)*, humedecer los platos de las máquinas con una disolución de aceite y gasóleo *(figura 154)*, etc.

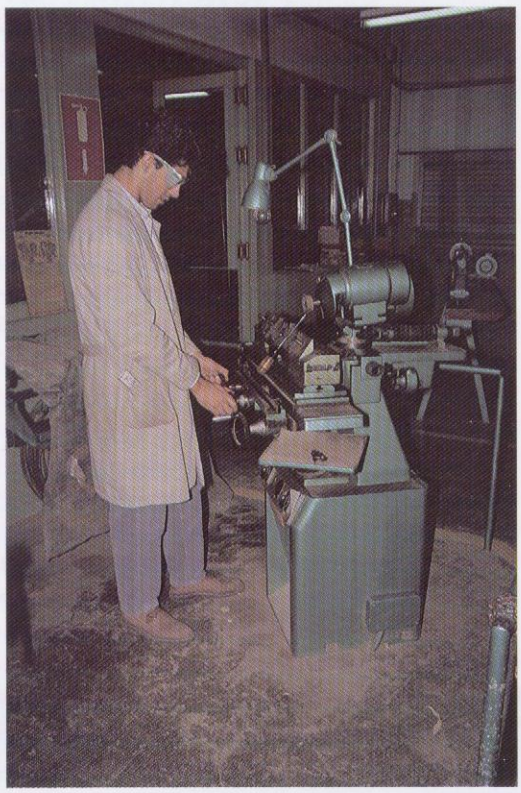


Figura 151

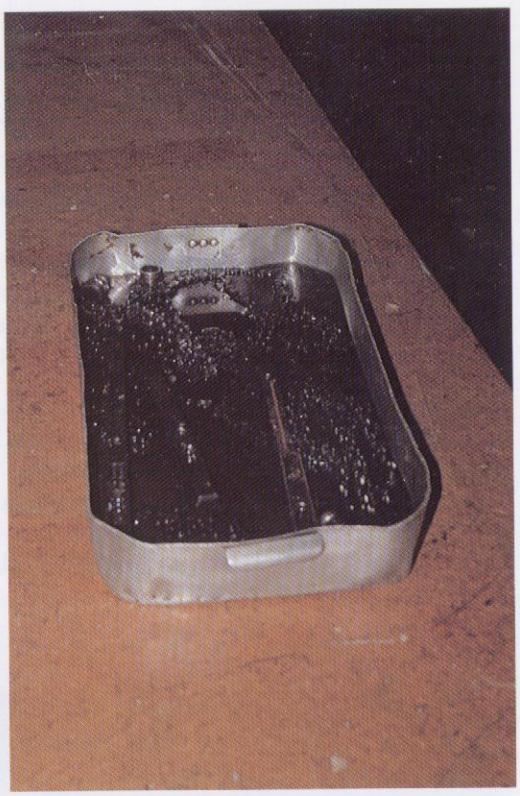
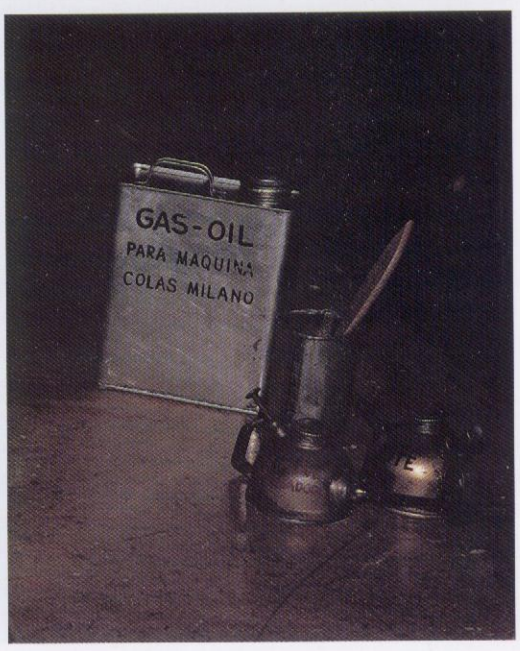
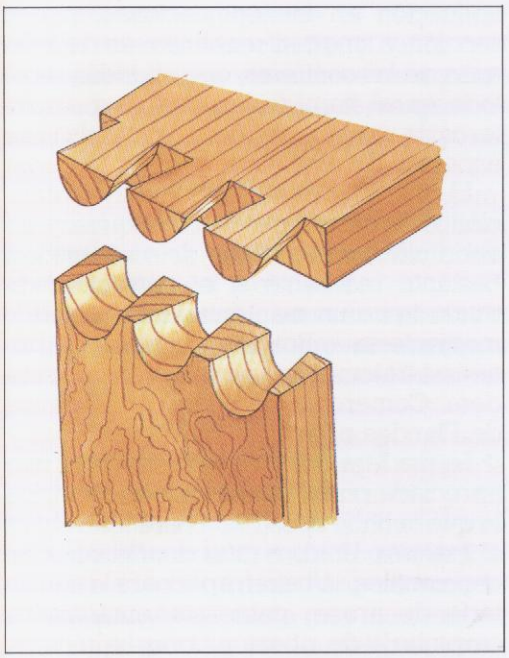


Figura 153

Figura 152

Figura 154





7 Las uniones leñosas

A lo largo del tiempo el carpintero ha aprendido a seleccionar el tipo de madera apropiada para cada función, aprovechando sus cualidades de dureza, ligereza, flexibilidad y también su longitud considerable. La suma de conocimientos y experiencias sirven para conseguir un secado cada vez más correcto del árbol y con el perfeccionamiento constante de las herramientas de corte se consigue un ajuste cada vez más minucioso de los encajes realizados en las maderas entrecruzadas entre sí.

Las construcciones de edificios son cada vez más grandes y más altas, se construyen grandes templos y palacios y los complementos que utiliza el hombre para aumentar su bienestar son cada vez más complejos y lujosos. Todo ello obliga a los artesanos carpinteros y ebanistas a soluciones cada vez más estudiadas.

Los casi seiscientos ensambles en madera conocidos es el resultado de la suma de conocimientos y experiencias de generaciones de artesanos de la madera que durante siglos se han adaptado a las cambiantes necesidades que han encontrado en cada época, cultura y lugar específico.

En este apartado se han recopilado los principales ensambles utilizados por los carpinteros de armar y ebanistas occidentales y orientales, diferenciados entre sí por su función y sensibilidad.

No es posible comprender los ensambles realizados en la madera sin la utilización de las herramientas manuales. En principio las herramientas son la propias manos que golpean, presionan o arrancan la madera. La herramienta, pues, es una prolongación de las manos y facilita el trabajo. Por este motivo cada cultura ha desarrollado estos instrumentos según sus necesidades, a pesar de que su semejanza es notoria.

Para golpear la madera se utilizan los mazos de diversas formas y tamaños y los martillos se emplean para insertar elementos metálicos en el interior de la madera. Las hachas se usaban antiguamente para hacer incisiones en las maderas para encajarlas entre sí. Con las azuelas se consigue un rústico encuadrado y labrado de los troncos.

En Europa, la aparición de la sierra es relativamente tardía dada la dificultad en realizar los dientes, los cuales van triscados y la sierra se emplea empujándola. No ocurre así en el Japón, donde el carpintero trabaja sentado en el suelo y agarra la pieza de madera con los pies, lo que obliga a utilizar las herramientas dando el impulso hacia sí mismo. Las sierras y serruchos japoneses no llevan triscado en sus dientes, que están colocados en sentido alterno permitiendo un corte más fino y preciso.

En la ejecución de las cajas y mortajas se utilizan los formones y escoplos de diferentes medidas. Los carpinteros japoneses usaban antiguamente un escoplo de mango largo, afilado por ambos lados, que utilizaban como hacha formón, siendo ésta una de las herramientas más empleadas en la realización de los ensambles de la madera. Actualmente en el Japón se afila el escoplo sólo por un lado, al igual que los carpinteros europeos.

Para el labrado y planeado de la madera, todas las culturas usan herramientas parecidas, variantes de garlopines y de garlopas, así como todo un abanico de cepillos de una hoja y contrahoja.

Los taladros para la colocación de tornillos y pernos se ejecutan mediante las barrenas de diferentes medidas; las brocas accionadas mediante berbiquíes se utilizan para alojar las clavijas.

Los útiles y herramientas de trazado son similares en todas partes. Se emplea la escuadra, la falsa escuadra, el cartabón, diversos tipos de gramil y también los cordeles de trazar. Para suplir el empleo de los lápices, en Asia se emplea una tira de bambú terminada en forma de pluma, que se sumerge en la tinta china negra o roja.

Actualmente, inmersos en la época de la mecanización, industrial, quedan en desuso algunas de estas herramientas manuales. Tal es el caso de las herramientas de cepillar, escoplear y taladrar, y en su lugar se utiliza la maquinaria apropiada que realiza la misma función con rapidez y precisión.

En la actualidad alguno de los ensambles descritos en este libro son de difícil mecanización, al existir rincones inaccesibles a los ejes cortantes de las cuchillas y fresas que utilizan las herramientas mecanizadas. Esto, unido al elevado coste del factor tiempo, ha hecho caer en el olvido un buen número de ensamblajes, que sólo es posible realizarlos utilizando la habilidad que se adquiere con la práctica de muchos años de oficio. Otros ensambles se adaptan a las técnicas y materiales actuales para obtener productos más comerciales; en su construcción suelen emplearse diversos tipos de tableros prefabricados que permiten una total mecanización del producto manufacturado, en que el maestro carpintero es sustituido por un obrero especialista.

LA MADERA

Otro condicionante importante es la elección del tipo de madera más indicada para su utilización. En el conjunto de piezas que componen una estructura arquitectónica o en un mueble, conocidas las condiciones en que van a actuar, sea en ambientes interiores o exteriores, en contacto con zonas húmedas o al contrario en lugares muy secos.

En las edificaciones europeas de madera tradicionalmente se usa un número muy limitado de especies de madera.

La especie arbórea que tiene las características más apropiadas para su aplicación en las edificaciones, por su sección y longitud rectilínea, es de la familia de las coníferas, que abundan sobre todo en el hemisferio norte. Los carpinteros de armar europeos usan las diversas especies de esta madera.

El pino rojo es utilizado en la construcción de cercos, puertas, ventanas y recubrimientos. Se trata de una madera bastante resistente si el conjunto construido tiene un mantenimiento adecuado mediante la aplicación de barnices, pinturas o tratamientos protectores de la madera. Comercialmente recibe el nombre de Flandes o pino del Norte.

La madera del pino tea o melis es muy apreciada por el alto contenido de resina, lo que la hace apropiada para los trabajos al exterior. Unido a unas dimensiones excepcionales, la hacen apta para la carpintería de armar, cubiertas, entarimados, carpintería de ribera y obras hidráulicas. Esta madera se importa normalmente de América del Norte.

El pino de Oregón tiene unas propiedades parecidas al pino tea, con la fibra más ligera y sin resina. Se utiliza en construcción y en decoración. Mencionamos como inconveniente su rápida oxidación ante la exposición al sol, que oscurece su color rápidamente.

El alerce es una madera de gran elasticidad y además es muy resistente a la putrefacción. No admite un cepillado demasiado correcto. Esta madera, al igual que otras muchas especies de pino, tiene sus aplicaciones muy localizadas en aquellos lugares donde es abundante. Se utiliza en pilotajes y en construcciones navales y de armar.

El roble proporciona una madera vistosa y de calidad que tiene sus diferencias según su procedencia. El americano, de fibra recta y longitudes considerables; el de Europa central y el de Japón se utiliza en ebanistería, carpintería, tornería, carrocería, etcétera.

En la carpintería de armar japonesa u oriental es tradicional utilizar diversos tipos de maderas en una misma obra. Una de las maderas que más se empleaba antiguamente es la obtenida del ciprés, que tiene una gran resistencia a las plagas y es innecesario su tratamiento por impregnación. En la actualidad, debido a su alto precio, sólo se utiliza en piezas muy específicas.

Hoy en día se utiliza como madera más común el abeto *hemlok*, a pesar de tener menos resistencia que el ciprés. Su abundancia y rápido crecimiento y desarrollo son algunas de sus cualidades. Su parte negativa es la dificultad de cepillado, motivada por la diferencia de dureza de sus anillos de crecimiento.

La importancia que da el carpintero oriental a las llaves, clavijas y cuñas que se emplean en los ensambles desmontables requiere el uso de maderas que tienen una fibra muy compacta, como el arce o el roble.

En las piezas donde se realizan ensambles muy precisos y delicados se utilizan maderas locales y de importanción, como el ébano, el nogal y el cedro.

También el bambú tiene su aplicación en la carpintería oriental, concretamente en la construcción de cabios, celosías, vallas y enlistonados.

La necesidad del carpintero por ensanchar y prolongar la madera está motivada por la limitación de las secciones y las longitudes de las tablas o tablones existentes en el mercado, como consecuencia del aserrado del árbol. Al igual sucede con las uniones de dos o más maderas en sentido perpendicular u oblicuo, para construir cualquier elemento en el cual intervenga la madera. Éstas se realizan mediante unos encajes o llaves que se acoplan en ambas piezas que haya que unir. Podrán realizarse en la misma madera (ensambles) o mediante piezas suplementarias (llaves, lengüetas) que hacen de unión. Normalmente, éstas son de madera dura. Para reforzar la unión, en algunos casos se utilizan elementos metálicos: clavos, tornillos, bridas, zunchos, etcétera. En la mayoría de los casos, las uniones se realizan en piezas de sección rectangular. Para un mejor entendimiento, denominamos caras a las partes anchas, cantos a las estrechas, y testas a los extremos de las mismas. O sea, una pieza rectangular consiste en dos caras, dos cantos y dos testas *(figura 155)*.

En ebanistería y carpintería fina, para sellar la unión se utilizan los diferentes tipos de colas o pegamentos, si bien hay que tener en cuenta el mal resultado obtenido en una encoladura de testa a testa *(figura 156 a)* o de testa a madera en el sentido longitudinal de la fibra, cara o canto *(figura 156 b)*.

En cada unión se tendrán presentes los esfuerzos que haya que soportar, ya sean a tracción, compresión, flexión, torsión, etcétera, procurando que las uniones no sean puntos débiles y que garanticen un resultado apropiado.

La ejecución de los ensambles y lazos, mediante las herramientas manuales o la maquinaria apropiada, será lo más perfecta posible. Un ajuste holgado dará como resultado una unión débil, así como una unión demasiado presionada resquebrajará la madera con la consiguiente pérdida de resistencia.

Calificamos las uniones leñosas en tres grandes grupos:

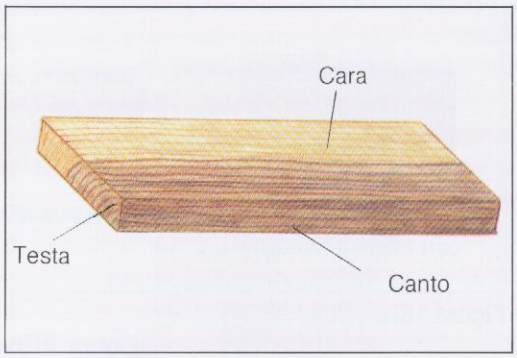
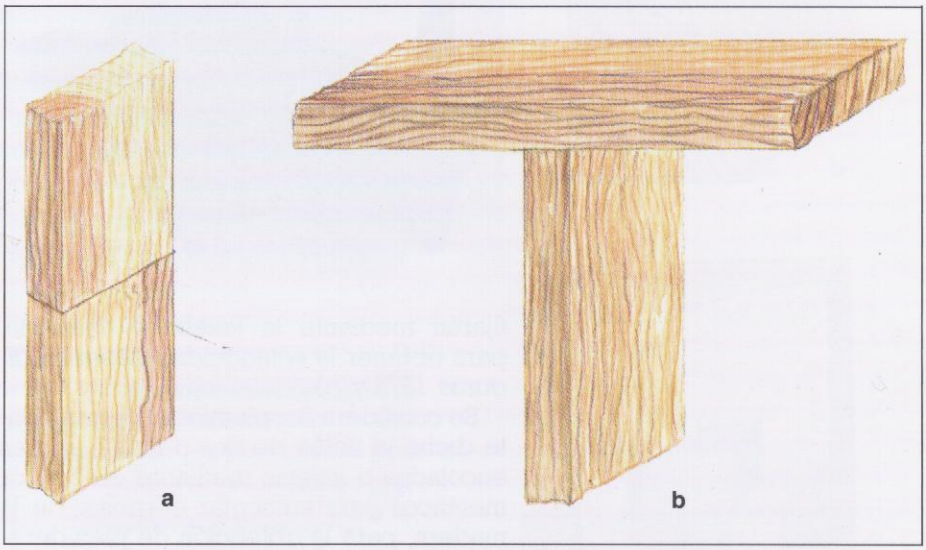


Figura 155

Figura 156



1) Juntas o acoplamientos: unión de dos o más maderas por sus caras o cantos respectivos.

2) Ensambles: se trata de unir la madera formando ángulo o entrecruzando dos o más maderas.

3) Empalmes o injertos: prolongación de la madera por su testa.

JUNTAS O ACOPLAMIENTOS

Tienen como resultado final ensanchar la madera para conseguir dimensiones imposibles de obtener de una pieza única. Un acoplamiento entre maderas delgadas se conoce como una junta o juntura. Ésta podrá ser fija (encolada o clavada), por ejemplo, la junta lisa, la junta ranurada, con lengüeta, el machihembrado utilizando las clavijas, etcétera, con lo cual obtenemos el ensanchamiento de la madera. También se consideran juntas los cierres de los huecos, como puertas, ventanas y balcones, por ejemplo a galce en los batientes, a boca de lobo y los tapabocas, con acanaladura o sin ella. Lógicamente en estos casos las maderas actúan de forma suelta, sujetas entre sí por bisagras o por pernios. Las bocas se

Figura 157a

Figura 157b

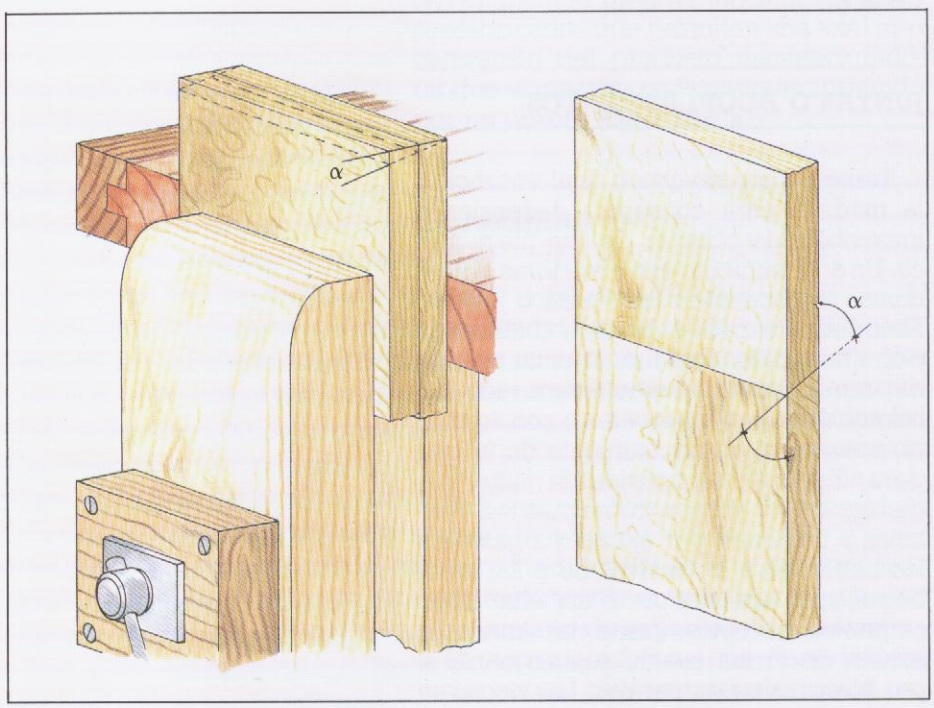
fijarán mediante la falleba o cremona, para obtener la estanquidad deseada *(figuras 157a* y *b)*.

Se considera acoplamiento propiamente dicho la unión de dos o más maderas encoladas o sujetas mediante elementos metálicos para aumentar el grosor de la madera, para la obtención de pies derechos, vigas, etcétera. En el apartado de las juntas hay dos grupos básicamente diferenciados:

1) La unión de dos piezas simplemente cepilladas y encoladas, en la que se tendrá presente las propiedades de los diversos tipos de madera para ser encoladas (maderas grasas, porosas, duras), así como el tipo de cola utilizada. En las uniones frotadas utilizaremos la cola escocesa (cola caliente de carnaza) por su adherencia natural. En las demás colas (caseína, acetato de polivinilo) será preciso presionar las piezas que haya que unir mediante gatos, sargentos o cárceles hasta su secado natural.

2) El otro grupo consiste en reforzar la unión mediante lengüetas, ranuras, clavijas, etcétera, para obtener una resistencia superior a las contracciones y dilataciones propias de la madera.

Figura 158



Junta plana o a tope

Para realizar manualmente la junta plana frotada utilizaremos la cola caliente, cepillaremos la madera mediante la garlopa, garlopín o cepillo, requiriendo una gran precisión y teniendo presente un perfecto escuadrado y un cepillado rectilíneo tendente a un mínimo abarquillado. En el caso de que las tablillas sean delgadas, se puede usar el procedimiento del cepillado conjunto de las dos piezas, independiente de su escuadrado correcto *(figura 158)*.

La utilización de las máquinas cepilladoras permite conseguir un aplanado perfecto de la madera, y el posterior empleo de los útiles de apretar (gatos, sargentos, cárceles) simplifica de forma considerable el trabajo que haya de realizarse, si bien requiere asimismo un correcto escuadrado de las piezas que haya que unir, y posibilita el empleo de todo tipo de cola.

La junta plana está considerada una unión poco resistente, dependiendo en buena parte del grueso de las piezas unidas y del resultado que obtendremos del único nexo de unión entre las mismas: la cola. Ésta es fácilmente alterable a los agentes atmosféricos y térmicos. Por dicho motivo es utilizada en trabajos que no son realizados en exteriores (interiores de muebles, estantes, fondos de cajones) ni están sometidos a los efectos del sol, calefacción intensa, humedad, corrientes de aire, etcétera.

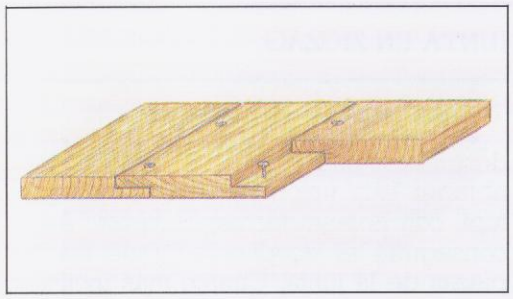


Figura 159

Junta plana galceada o a media madera

Con este procedimiento obtenemos una mayor superficie encolada, posibilitando el refuerzo mediante el uso de tornillos o puntas de la junta. Este tipo de junta se utiliza en la construcción de tarimas y arrimaderos *(figura 159)*.

Junta plana ranurada y lengüeta

Para obtener una resistencia superior a la conseguida en la junta plana simple, se realiza una ranura mediante el cepillo acanalador en cada una de las piezas que haya que unir, insertando en ambas una lengüeta (normalmente de madera dura) con la veta en sentido transversal, para obtener una resistencia superior a la rotura de la que tendrá con la veta en sentido longitudinal *(figura 160 a)*. Es un error hacer un ajuste muy presionado, ya que puede abrir la ranura *(figura 160 b)*.

Utilizando la maquinaria apropiada (fresas y sierras circulares) se consigue la ranura escapada *(figura 160 c)*, que permite esconder por la testa la lengüeta para efectos decorativos.

En maderas muy gruesas se realizará el ranurado múltiple, que da más resistencia a un posible abarquillado *(figura 160 d)*.

La profundidad y grosor de la ranura estará en proporción con el grueso de la madera, procurando que no debilite la junta el grueso de la ranura *(figura 160 e)*.

Para la obtención de las lengüetas, podemos aprovechar con buen resultado los sobrantes de tablero contrachapado utilizados en el taller.

Junta plana y refuerzos de espigas

Se emplea para obtener mayor resistencia a la rotura de la fibra de la madera. En toda la longitud de la ranura se reparten y realizan unos huecos o cajas a una distancia prudencial entre ellos para evitar que la madera se resquebraje. En éstos se colocan unas espigas postizas, utilizadas en elementos que hayan de soportar esfuerzos considerables (sobres supletorios de mesas, mesas extensibles, etc.) *(figura 161)*.

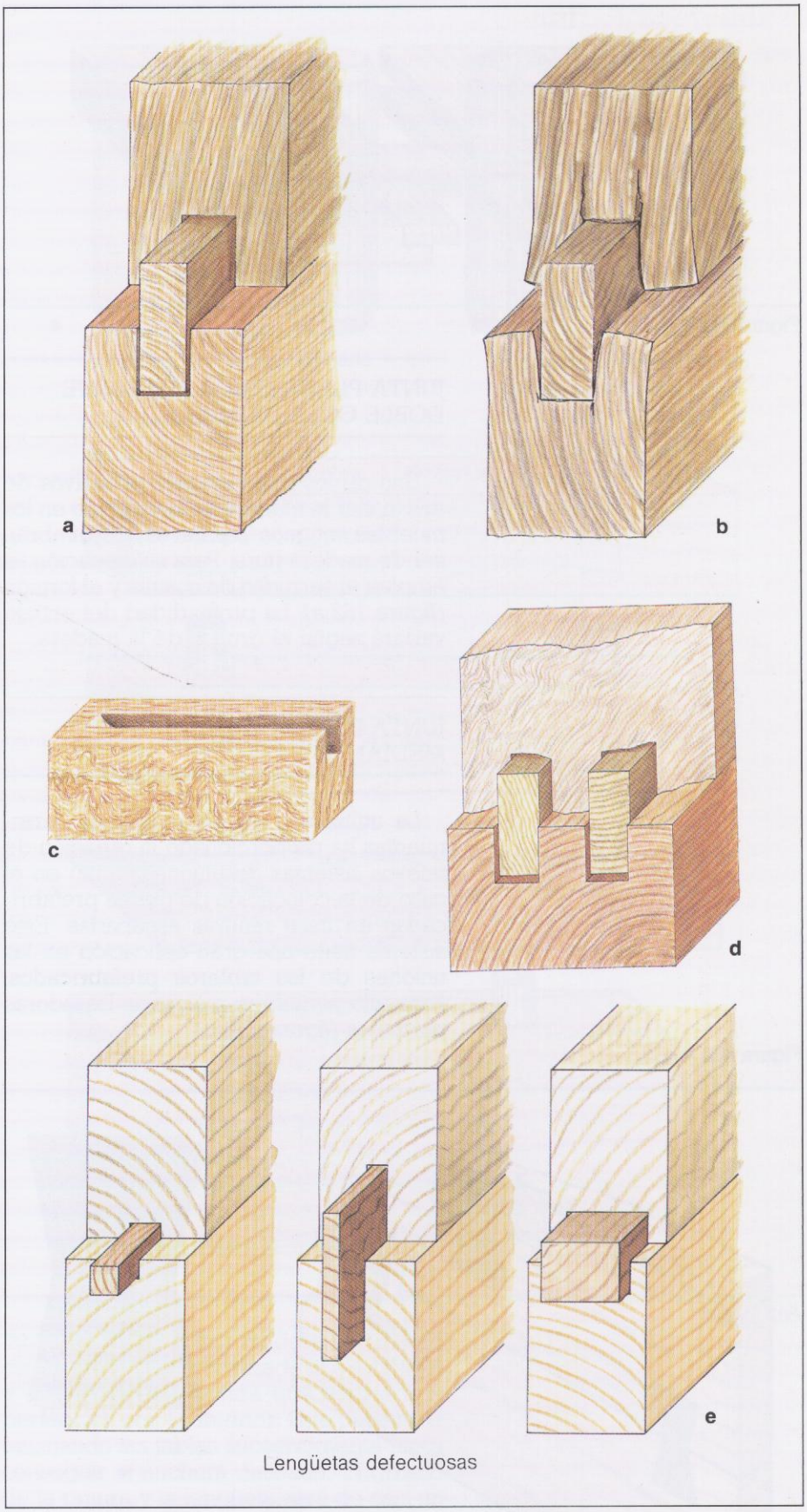


Figura 160

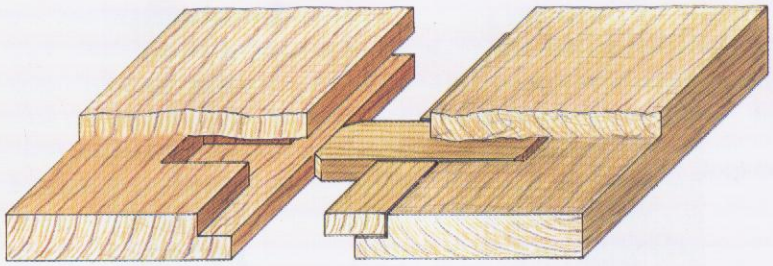


Figura 161

JUNTA PLANA UNIDA MEDIANTE DOBLE COLA DE MILANO

Uno de los sistemas más primitivos de ensanchar la madera es el utilizado en los muebles antiguos. Las llaves acostumbran ser de madera dura. Para su ejecución se emplea el serrucho de costilla y el formón *(figura 162 a)*. La profundidad del encaje variará según el grueso de la madera.

JUNTA PLANA UNIDA MEDIANTE GALLETAS

La utilización de las máquinas herramientas ha proporcionado la creación de nuevos sistemas de uniones, como en el caso de la colocación de piezas prefabricadas en unas ranuras escapadas. Este sistema tiene una gran aplicación en las uniones de los tableros prefabricados. Para ello se utilizan máquinas fresadoras portátiles *(figura 162 b)*.

JUNTA EN ZIGZAG

Sistema de gran eficacia para evitar el desplazamiento lateral de la junta. Para obtener esta unión se utiliza la máquina tupí, con la hoja correspondiente. Así se conseguirá el acoplamiento de las dos piezas de la junta. Cuanto más inclinado sea el corte, más superficie encolada se obtendrá aumentando su resistencia. Esta junta tiene las mismas aplicaciones que la machihembrada *(figura 163)*.

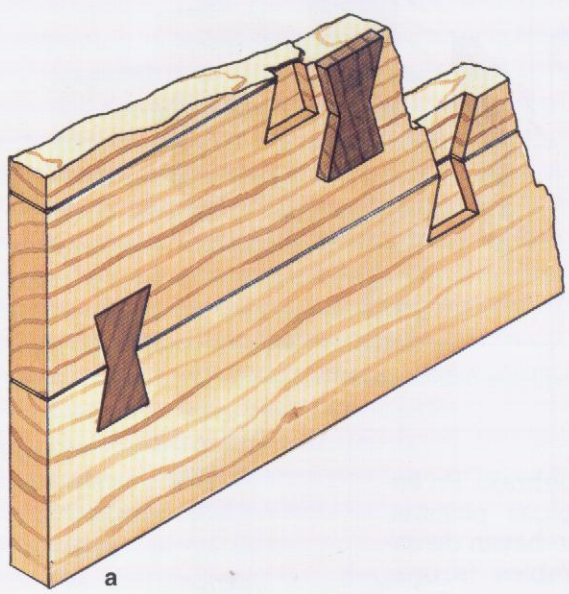
JUNTA PLANA RAYADA

Acoplamiento derivado de la utilización del cepillo de dientes en secciones considerables. Mecanizado adecuadamente, se consigue una mayor profundidad del diente para obtener mayor adherencia mediante la cola *(figura 164)*.

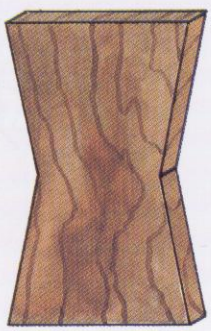
JUNTA PLANA O A TOPE REFORZADA CON CLAVIJAS

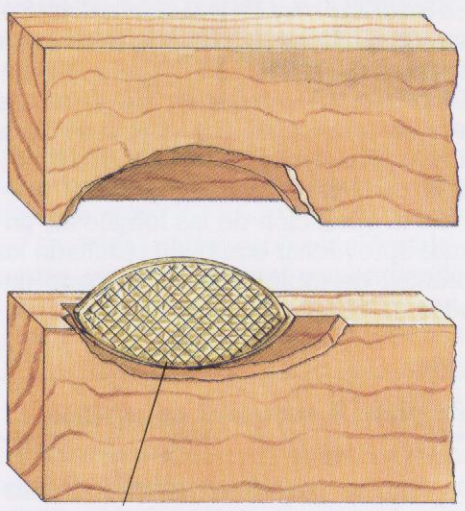
Consiste en reforzar la junta mediante clavijas colocadas en el centro del grueso de la madera. Las clavijas serán de madera dura, lisas o estriadas *(figura 165 a)* para una mejor adhesión mediante la cola, colocadas a cierta distancia para no debilitar la madera *(figura 165 b)*. En juntas de madera delgada las clavijas se colocan en el centro del grueso.

Figura 162



a





b

Galleta de haya prensada

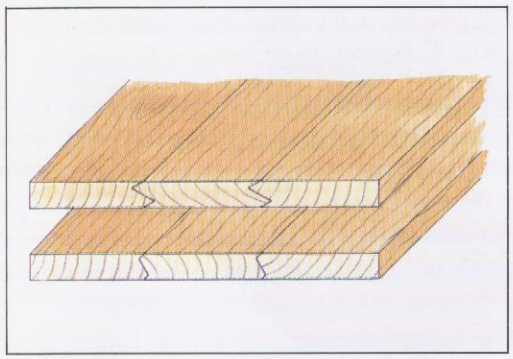


Figura 163

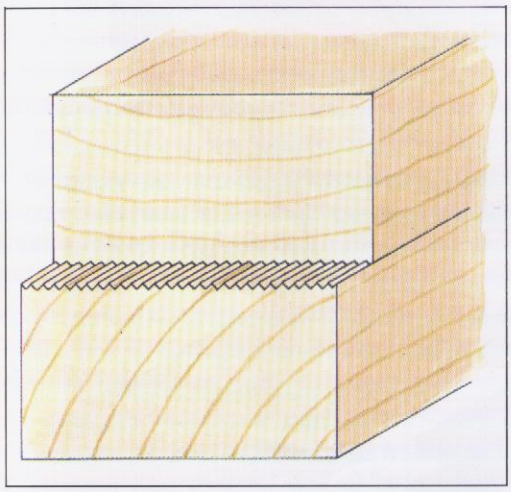


Figura 164

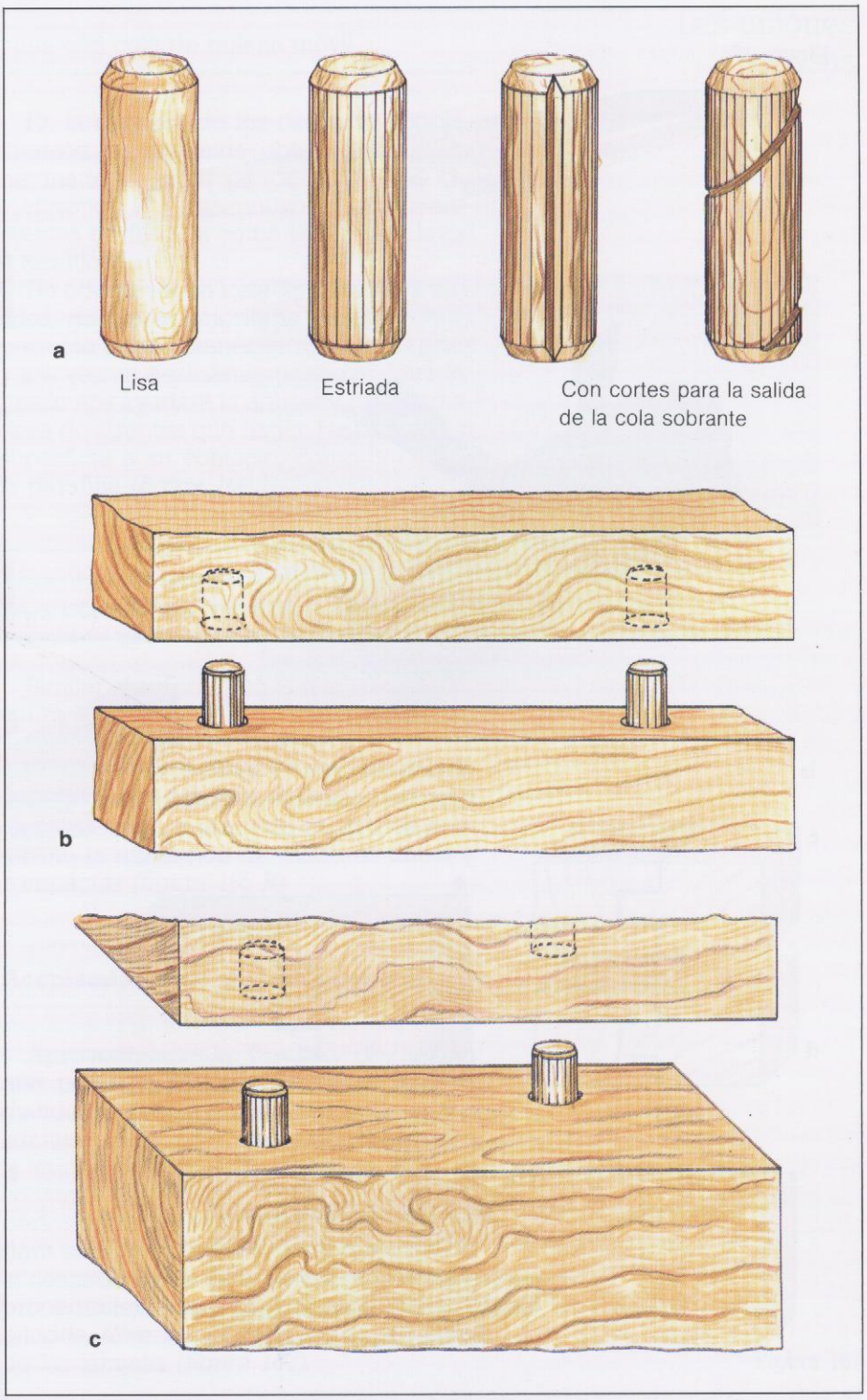


Figura 165

En el mercado de la madera se han comercializado tiras de madera cilíndrica con diversas longitudes y grosor; éste podrá variar entre los 5 y 20 mm.

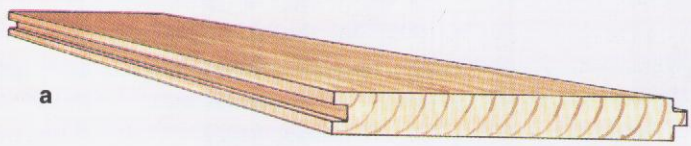
En maderas gruesas, las clavijas se colocarán en zigzag para obtener una mayor sujeción *(figura 165 c)* y una mayor resistencia a los esfuerzos laterales.

Para un trazado correcto del emplazamiento de las clavijas se utilizará el gramil, marcando unas líneas paralelas a las caras buenas de la madera. La intersección de estas líneas con las marcadas mediante una escuadra perpendicular a la cara buena indicará el centro del agujero, el cual se realizará mediante la utilización del berbiquí con la broca apropiada. Este tipo de juntura se emplea solamente en trabajos que no requieran esfuerzos considerables.

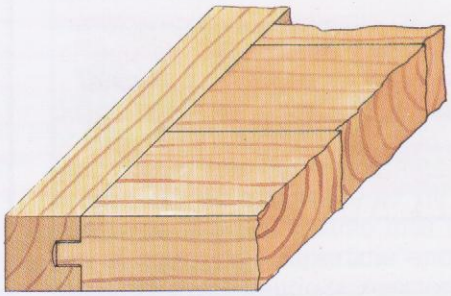
EL MACHIHEMBRADO

El ensamblaje de la junta se realiza mediante la conjunción de un resalte llamado lengüeta o macho y una ranura o hembra cuyo conjunto forma el machihembrado. Es uno de los acoplamientos más utilizados en carpintería y por dicho motivo se ha comercializado un tipo de tabla llamada machihembrado *(figura 166 a)*. Esta tabla consiste en una madera en uno de cuyos cantos se ha realizado una lengüeta y en el otro una ranura que encaja a la perfección con la anterior. Esto permite ir encajando las tablas sucesivamente hasta conseguir la anchura deseada. El grueso de la ranura y la lengüeta será de casi un tercio del grueso del canto, y para su realización se utiliza un cepillo especial de machihembrar *(figura 166 b)*, que tiene un doble uso para realizar los dos tipos de rebajes que requiere este acoplamiento. Para mecanizar esta junta se utiliza la máquina tupí a la cual se acoplan unas cu-

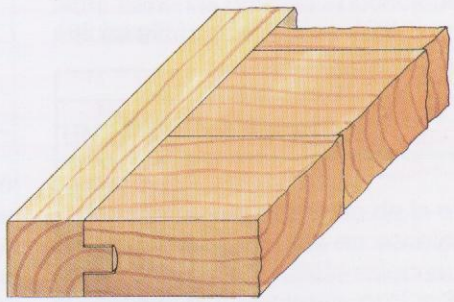
Figura 166



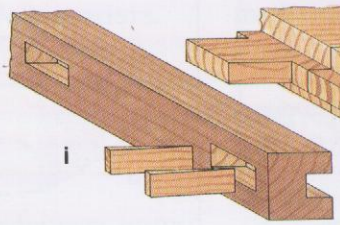
a



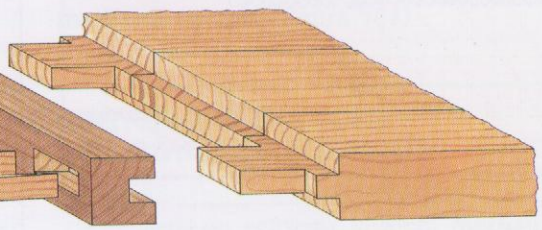
b

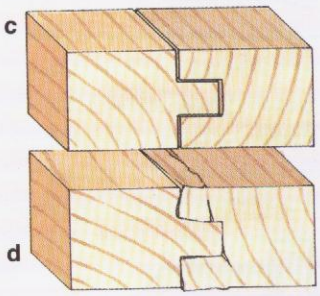


h



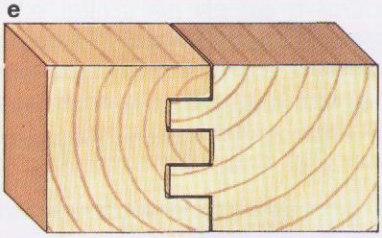
i



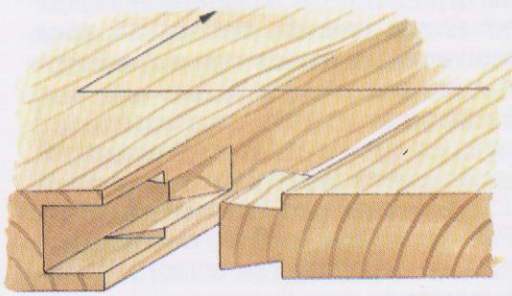


c

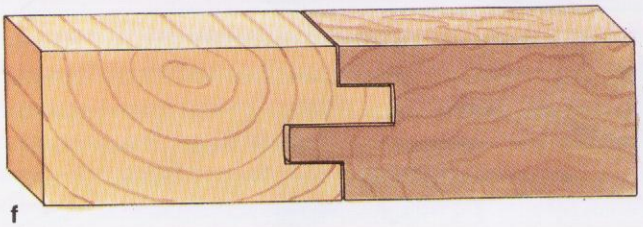
d



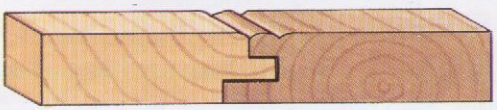
e

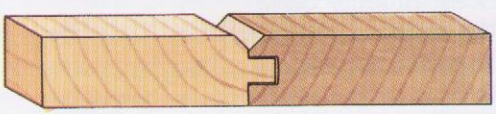


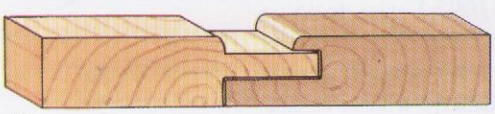
j



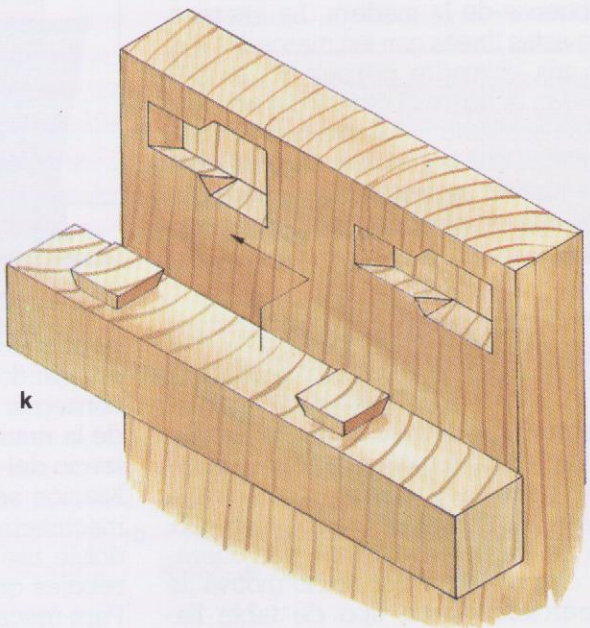
f







g



k

chillas o fresas especiales. Para conseguir un correcto resultado es aconsejable que la lengüeta no alcance el fondo de la ranura, permitiendo de esta forma que la cola utilizada no obstaculice una buena unión *(figura 166 c)*.

Machihembrado simple

Es el tipo de machihembrado más utilizado; en maderas delgadas existe el peligro de rotura por desgaje mediante presión lateral *(figura 166 d)*.

Machihembrado doble

Se utiliza en maderas gruesas para conseguir más resistencia a la cola empleada *(figura 166 e)*. Dará un buen resultado repartir en partes iguales los dientes.

Machihembrado alterno

Consiste en realizar en cada canto una lengüeta y una ranura, una al lado de la otra. Permite dar más resistencia a un esfuerzo de torsión lateral *(figura 166 f)*; se utiliza con preferencia en secciones de grosor considerable.

Machihembrado moldurado

Al remarcar la junta mediante un bisel, bordón, moldura o simplemente aumentar su separación, permite disimular los defectos producidos por el encogimiento de la madera en su anchura en las piezas no encoladas. Se utiliza en arrimaderos, techos y otros elementos decorativos *(figura 166 g)*.

Machihembrado de testa

Se emplea para evitar que se produzca la torsión de las maderas acumuladas y encoladas. Por la testa se acoplará, mediante un machihembrado, un listón de refuerzo *(figura 166 h)*.

Esta unión se refuerza de forma considerable si se construyen unas espigas por la testa, que se acoplan en unas cajas realizadas en el listón de refuerzos *(figura 166 i)*. Las espigas podrán ser pasantes u ocultas, pudiendo ser acuñadas en el primer caso.

Junta con cola de milano móvil

En la mayoría de los casos de acoplamientos, se pretende obtener un objeto de madera rígida de determinadas dimensiones. Por este motivo se utilizan elementos de fijación como las colas, clavos o tornillos.

No ocurre así en los acoplamientos móviles, donde es prioritario un ajuste muy perfecto para obtener la máxima rigidez y a la vez un deslizamiento suave. Para lograrlo nos ayudará la aplicación en la madera de agentes que hagan resbaladiza la superficie a su contacto, como la cera y la parafina *(figura 166 j)*.

Ensamble de lengüeta de arista múltiple móvil

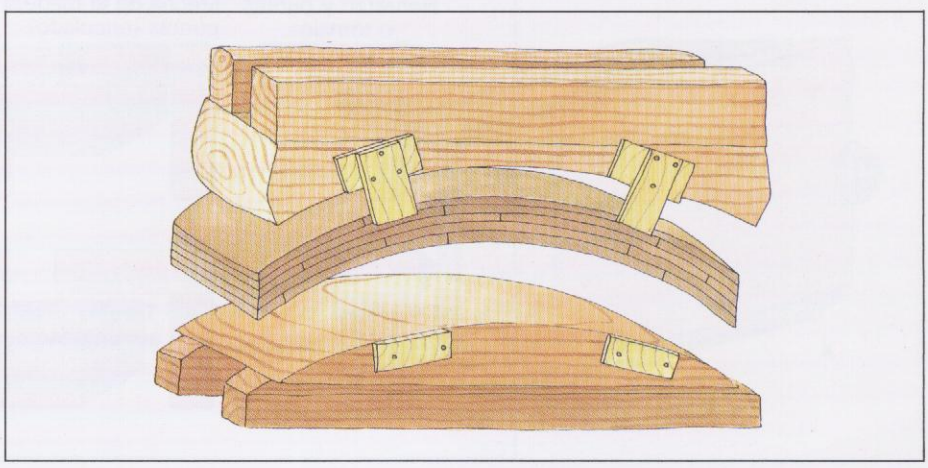
Similar al anterior, en el que también se utiliza la cola de milano como medio de fijación.

En todos estos casos el uso continuado del ensamble produce el lógico desgaste de la madera, y por este motivo es preferible la utilización de maderas duras y compactas *(figura 166 k)*.

Acoplamiento de madera laminada

Aprovechando la facultad de flexión que posee la madera de un grosor reducido, se procede al encolado de varias láminas o regruesos mediante moldes con la curvatura deseada, dando a todo el conjunto de la curva una resistencia superior a la que se obtendrá con una madera sola con sus puntos débiles debido al sesgado de la veta. Además, con este procedimiento se consiguen grandes longitudes, alternando las uniones por testa de las láminas *(figura 167)*.

Figura 167



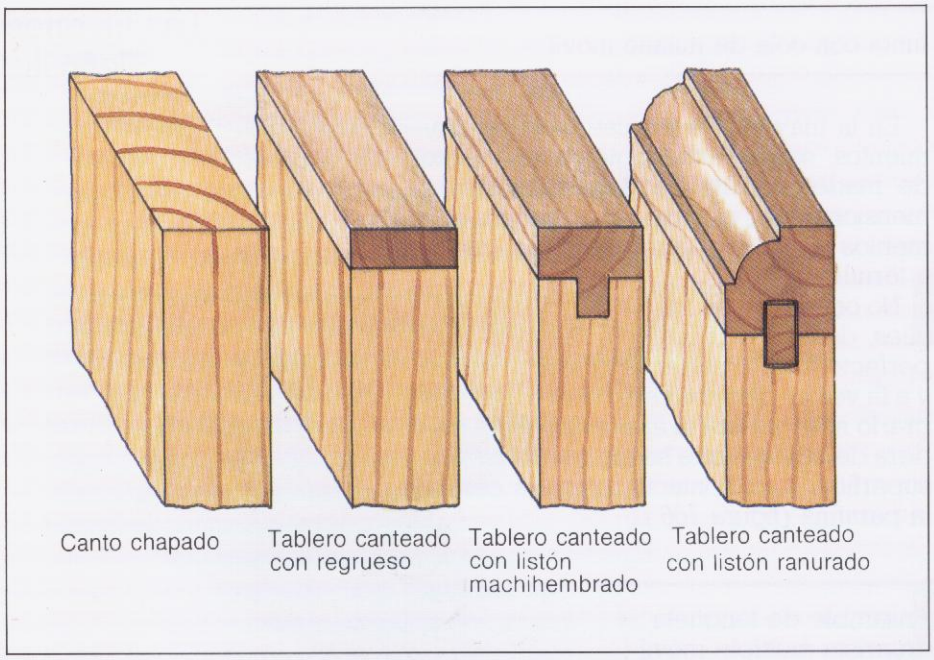


Figura 168

TABLEROS PREFABRICADOS

La aparición en el mercado de la madera de materiales derivados de la misma, como tableros contrachapados, aglomerados y de fibras, ha motivado un cambio en el sistema tradicional.

Buena parte de los acoplamientos no se emplean ya con tanta frecuencia, al disponer el carpintero de anchuras y longitudes que antes no existían. A pesar de todo eso, en ocasiones se siguen requiriendo uniones acopladas. Se utilizan los mismos sistemas empleados en las uniones de maderas macizas con un buen resultado si se usan los tableros contrachapados y los tableros de fibras. El tablero aglomerado normal es el que da un resultado más débil.

Véanse soluciones para acoplar un canto a tableros prefabricados en la *figura 168* y soluciones de ángulos mediante tableros prefabricados en la *figura 169*.

ACOPLAMIENTO COMBINADO DE VARIAS PIEZAS

Se utiliza para obtener escuadrías mayores con tres o más piezas de madera hasta conseguir la sección deseada. La unión se encolará o atornillará o las dos operaciones a la vez *(figura 170 a)*.

Acoplamiento de plano

Es el más simple. La unión se reforzará con pernos y arandelas *(figura 170 b)*, utilizándose en la construcción de grandes piezas resistentes.

Acoplamiento de nuez

Para evitar el deslizamiento de una pieza sobre la otra, se hacen unas entalladuras que se corresponden en las dos piezas. En el hueco cuadrado o rectangular se coloca una pieza de madera dura. Los pernos son indispensables en este caso *(figura 170 c)*.

Acoplamiento de llave

Como en el caso anterior, se realiza la entalladura, donde se colocan las dos llaves en forma de cuña invertida, que per-

Figura 169

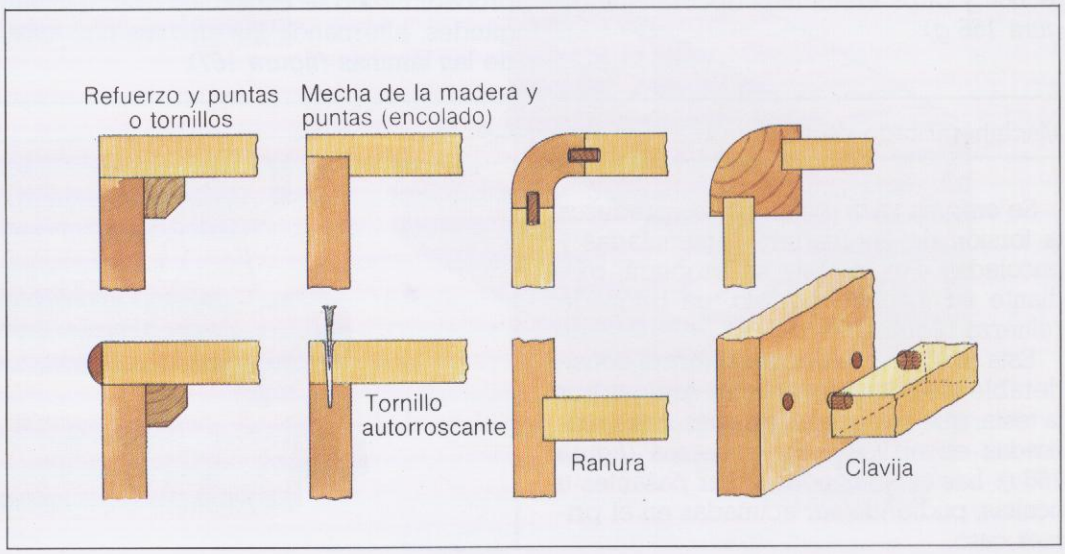
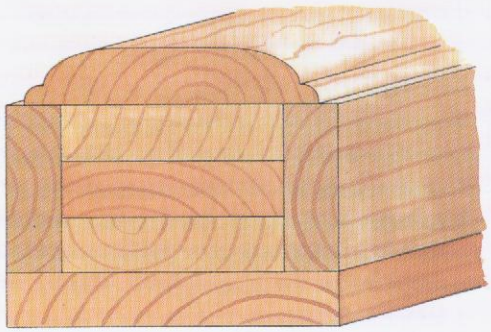
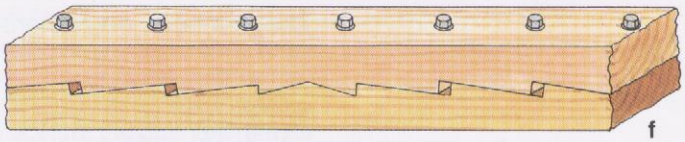
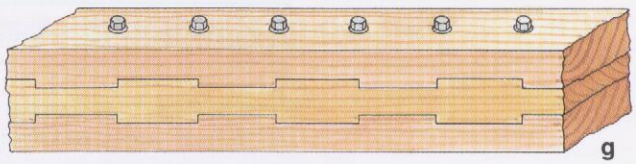
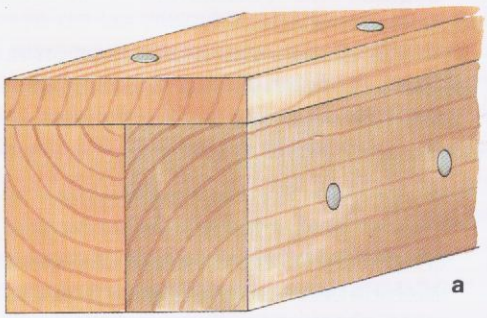


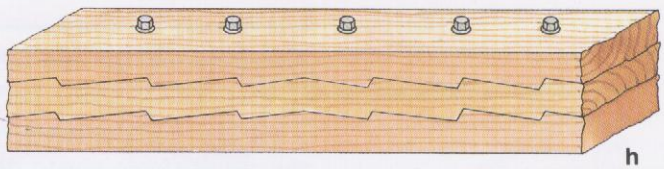
Figura 170

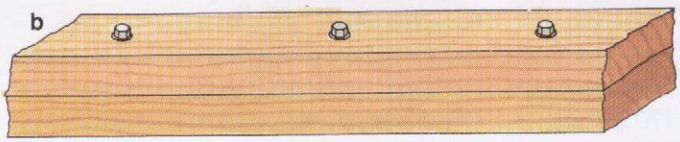


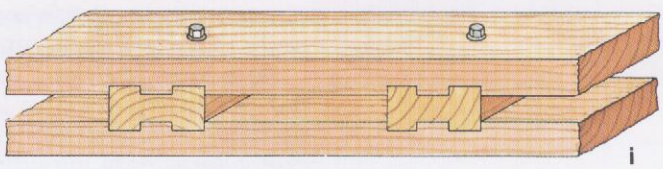


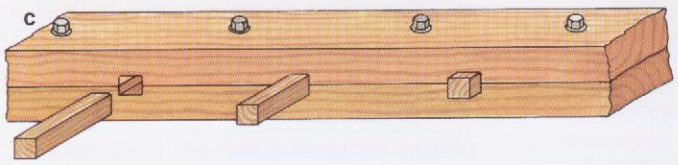


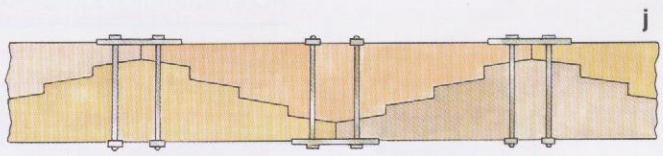


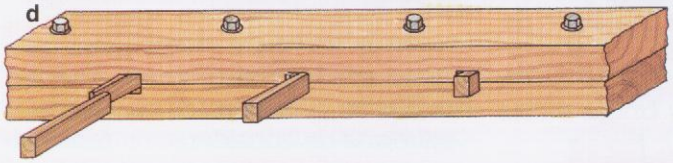


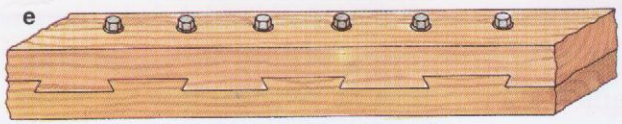


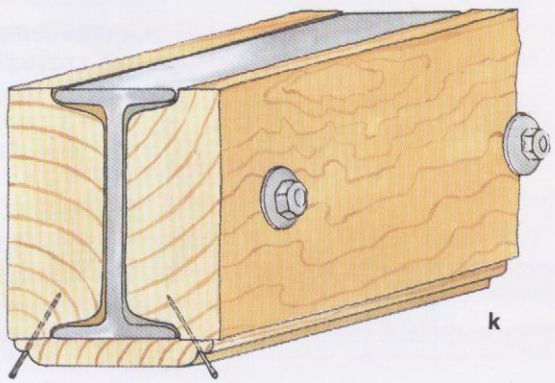












mite un ajuste perfecto. Las llaves se colocan entre los dos pernos *(figura 170 d)*.

Acoplamiento de rediente

El ensamble se realiza lateralmente; la forma del encaje impide la unión por superposición. Se reforzará con pernos *(figura 170 e)*.

Acoplamiento de cremallera

Partiendo del centro de la pieza, el recortado de la madera tiene forma de sierra invertida, dejando huecos para colocar las llaves que juntamente con los pernos fijarán el acoplamiento *(figura 170 f)*.

Acoplamiento de tres piezas

En los dos acoplamientos de dos piezas, un perfecto ajuste de los pernos impide un deslizamiento que solamente se produciría en casos de una carga excesiva. En este momento es cuando los redientes y cremalleras son útiles para impedir cualquier deslizamiento.

No ocurre lo mismo en las vigas forjadas por tres piezas, en las que obligatoriamente se realizarán llaves, redientes o cremalleras para impedir el deslizamiento entre las piezas *(figuras 170 g y h)*.

Acoplamiento con piezas intermedias

Para aligerar la pieza y hacerla más decorativa se usan piezas intermedias de buen resultado resistencial *(figura 170 i)*.

Viga compuesta de piezas cortadas

Como ejemplo de aprovechamiento de piezas cortadas de madera, está el acoplamiento mediante redientes. La unión se hace a base de pernos y bridas en las juntas de testa *(figura 170 j)*.

Acoplamiento de madera y hierro

Se consigue un óptimo resultado colocando un hierro perfilado (perfil con forma de I, T o L) y sujetando con pernos todo el conjunto *(figura 170 k)*.

ENSAMBLADURAS

Recibe el nombre de ensamblaje o ensambladura cada uno de los sistemas utilizados para unir entre sí los componentes de un conjunto de carpintería. Por lo tanto, las ensambladuras abarcan tanto los empalmes como los ensambles propiamente dichos, si bien para diferenciar una función de la otra denominaremos ensambles a las uniones en ángulo de dos piezas.

Esta unión está sujeta a unos esfuerzos que se tendrán presentes en el momento de construir el ensamble para obtener el máximo de resistencia y asegurar un buen resultado.

Los ensambles a compresión son los que presentan menos dificultades cuando se tiene una base para asentarse. Cuando el esfuerzo es a tracción, los ensambles son más complejos, teniendo en cuenta la fragilidad de la madera cuando está sujeta a un gran esfuerzo en puntos mermados de la superficie. Todos los ensambles deben realizarse con gran precisión para obtener un buen resultado de todo el conjunto construido.

En el caso de un esfuerzo a flexión, se dará a las cajas o mortajas la mayor profundidad posible, para sujetar totalmente las piezas unidas mediante cola y cuñas y conseguir una unión indeformable.

En los deslizamientos y frotaciones se utilizan entalladuras para limitar los apoyos a tope.

Existe un gran número de ensambles. Dependerá de la habilidad del carpintero escoger el correcto para cada caso, teniendo presente que a veces entrarán en acción varios esfuerzos simultáneos.

Ensamble por madera superpuesta

En realidad no existe ensamblaje, sino simplemente el contacto de una pieza con la otra.

La fijación se realiza mediante clavos, tornillos, clavijas y podrá reforzarse mediante la cola. Sólo se utilizará en las ocasiones en que la unión no esté sujeta a esfuerzos de consideración *(figura 171)*.

Ensamble a media madera

En la mayoría de los casos de ensamblaje se requiere que las piezas unidas queden emplazadas entre los dos planos paralelos del grosor de la madera, cosa

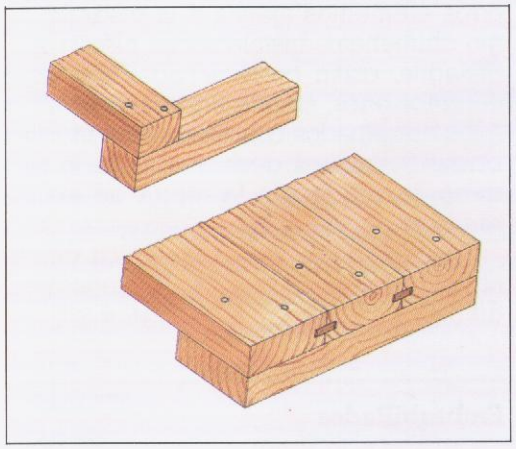


Figura 171

imposible de obtener mediante la superposición de las piezas.

El sistema más simple de ensamblar dos maderas consiste en entallar media madera de una pieza, que se acoplará con la otra media madera de la otra pieza.

Este ensamble será realizado manualmente mediante la sierra y el serrucho de costilla para cortar los sobrantes. Todo el conjunto se sujetará mediante la cola, clavos, tornillos o clavijas *(figura 172 a y b)*.

ENSAMBLE DE PALMA O ENTALLADURA

Los ensambles a media madera en T debilitan sensiblemente la resistencia de la madera sometida a flexión.

En los ensamblajes de palma, en la parte horizontal de la T, se realiza el llamado espaldonado en el que descansa la media madera de la otra pieza *(figura 172 c)*.

ENSAMBLE A MEDIA MADERA EN CRUZ

En este caso las dos piezas no quedarán enrasadas. Al tener la entalladura menos profunda se obtiene un mejor resultado a las fatigas derivadas de su empleo. Si se trata de impedir la deformación de un cuadrado mediante la cruz de San Andrés, las dos piezas de un ensamble a media madera en cruz estarán sujetas simultáneamente a esfuerzos de tracción y compresión *(figura 172 d)*.

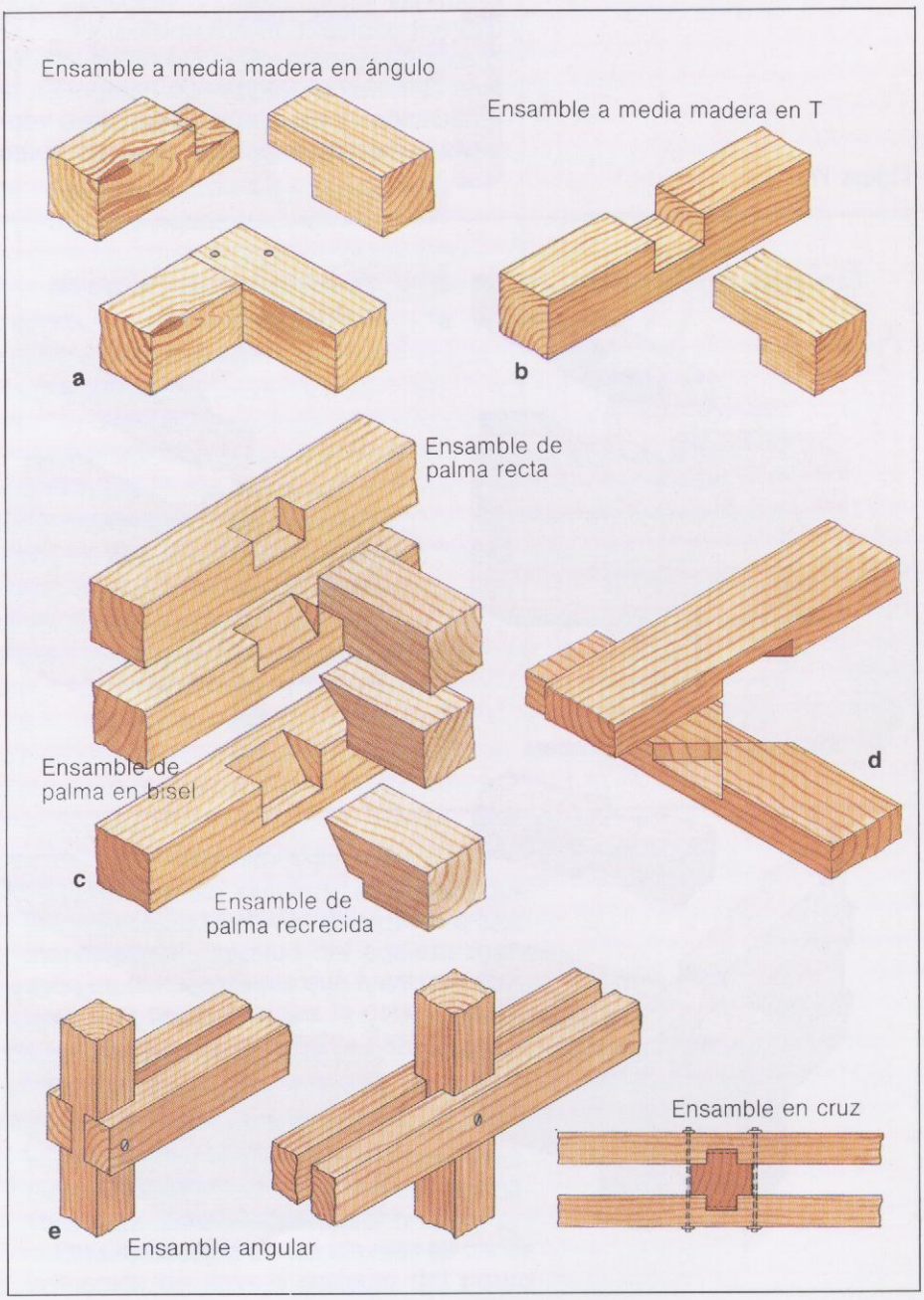
ENSAMBLADURA A MEDIA MADERA DE CEPO

Se denomina cepos a dos piezas de madera que sujetan una tercera pieza. Con frecuencia se utilizan en carpintería de armar, como travesaños o como tirantes de un cuchillo. Lógicamente se sujetan mediante pernos o tornillos pasantes *(figura 172 e)*.

ENSAMBLE A MEDIA MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN DE ENTRAMADOS

En las zonas de Europa y Asia donde la madera es abundante y por lo tanto barata, se desarrolló la construcción de casas de madera. Primitivamente, para la construcción de las paredes maestras se utilizaba madera de rollizo, rectilínea y de igual tamaño a media madera, que se superponían una encima de la otra, alternando su sentido de crecimiento para

Figura 172



compensar la diferencia de tamaño de un extremo al otro del tronco. La intersección de los dos bloques se realizó mediante unas hendiduras o cajas que siguen la curvatura propia de los troncos.

Al mejorar la construcción de las herramientas de trabajar la madera, se permite el labrado del tronco en secciones de forma cuadrada, triangular, pentagonal, hexagonal, romboidal, etcétera.

La unión de las piezas perpendiculares se hace casi siempre a media madera o cuarto de madera, que en ocasiones adquiere la forma de cola de milano.

En la construcción de los entramados hay que tener en cuenta la intensa contracción de la madera en sus dos caras, no así en lo que se refiere a su longitud, que se mantendrá constante. Por este motivo, en las uniones de los ensambles se utilizan unas largas clavijas cuadradas o redondas deslizantes y holgadas que unen el conjunto de ensambles.

Es fácil comprender que todos los demás elementos rígidos que componen la edificación, como jambas verticales, ventanas, revestimientos interiores, así como otros elementos ajenos a la madera, como chimeneas, instalaciones eléctricas y de agua, están condicionadas por estas contracciones, siendo necesaria su unión a los entramados con elementos móviles, bridas y uniones deslizantes. De lo contrario se produciría la rotura de los ensambles por desgarro.

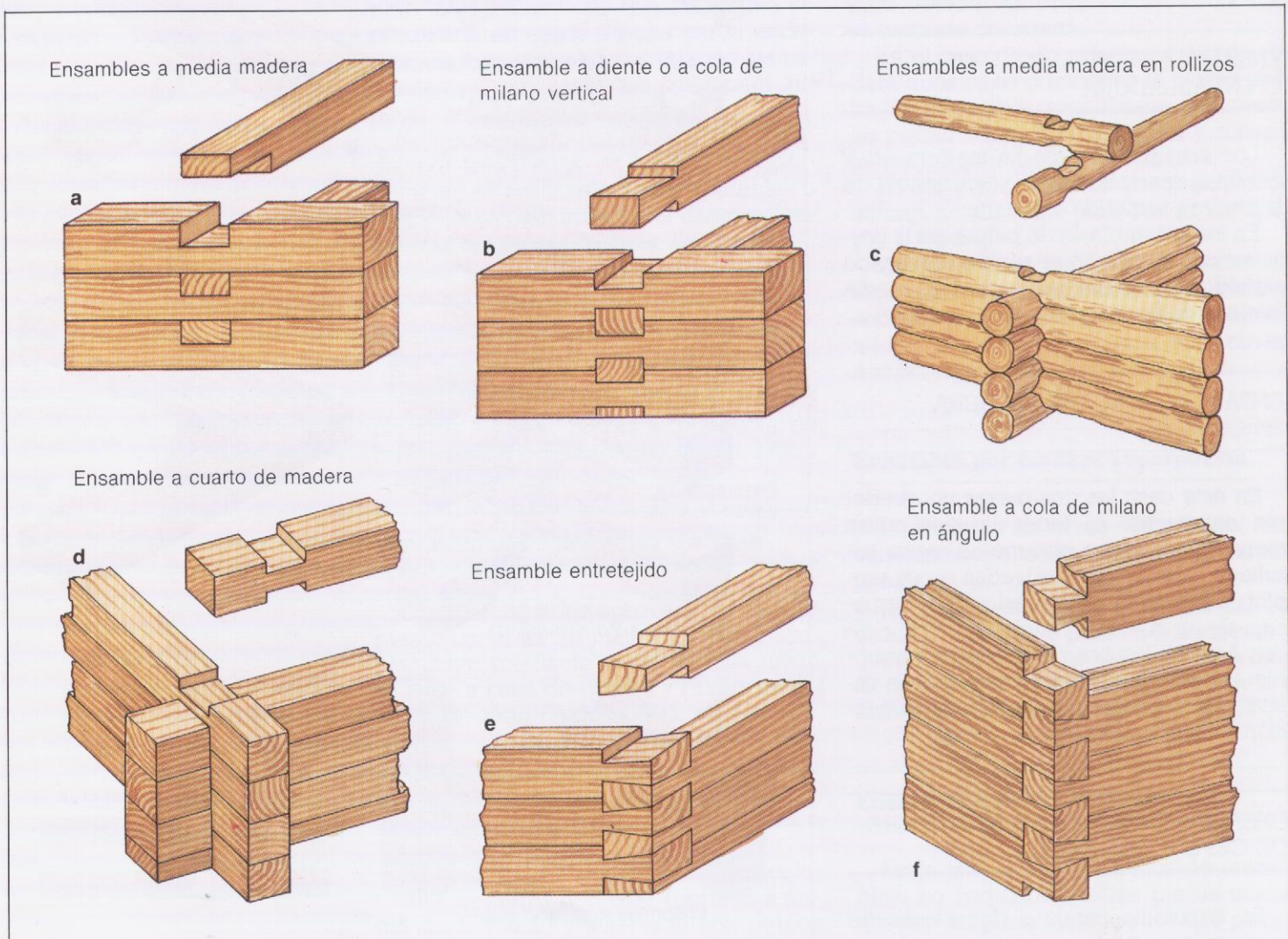
Reproducimos varios ejemplos que se utilizan en la construcción de bloques entramados *(figura 173 a, b, c, d, e y f)*.

Embarbillados

En los ensambles oblicuos que actúan simplemente a compresión y no estén sujetos a esfuerzos considerables, se usarán simples embarbillados con tope para evitar el deslizamiento de la pieza oblicua. Posteriormente se fijará la unión mediante un perno *(figura 174)*.

Para obtener un mejor resultado de los embarbillados, éstos se podrán complementar con ensamblajes por cajas y espigas.

Figura 173



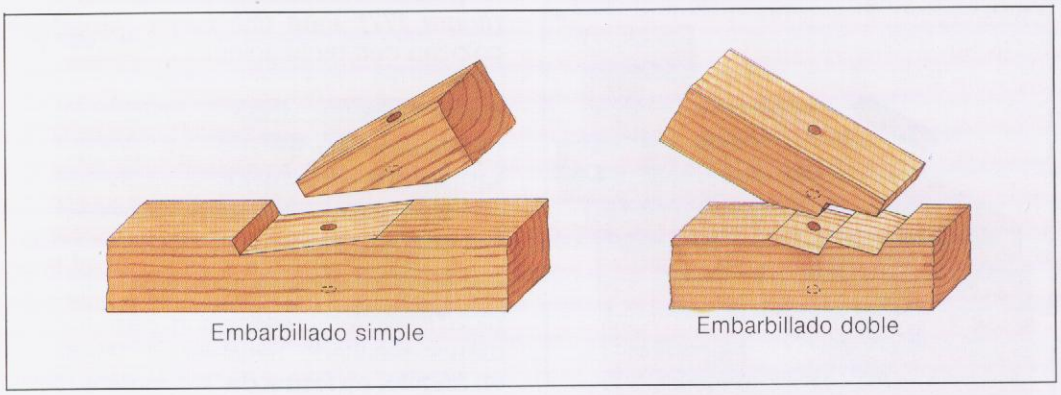


Figura 174

LA CRUZ DE SEIS BRAZOS

Es un ejemplo de las posibilidades de los ensambles múltiples a media madera. Un conjunto de rebajes realizados en cinco de las maderas permite entrecruzarlas entre sí. La última de las seis maderas servirá de llave para atar todo el conjunto. En ésta no se realiza ningún encaje. Una vez armado todo el conjunto, da la sensación de la imposibilidad de su realización *(figura 175 a)*.

LA CRUZ DE SEIS BRAZOS EN DIAGONAL

Es una variante del ejemplo anterior, en la cual la unión de las maderas se hace por sus aristas *(figura 175 b)*.

Ensamble mediante clavijas

Las uniones a tope se refuerzan mediante elementos externos a las maderas que componen la unión. Estos elementos podrán ser metálicos (pernos, tornillos, puntas), y en este caso todos serán visibles en el exterior de las piezas unidas. Para conseguir un acabado limpio de elementos de fijación se recurre a las colas, pero dada la poca eficacia de la encoladura por la testa en la madera, se introducirán las clavijas en el interior de la unión como elemento de fijación. Éstas consisten en cilindros de madera dura que se alojan mediante taladros realizados en las superficies que tengan que unirse.

En el mercado existe un surtido de varillas que se complementan con todas las medidas de brocas aptas tanto para herramientas manuales (berbiquíes) como mecánicas (taladros portátiles, máquinas de taladrar de pie, etc.).

El enclavijado es un sistema rápido y fácil de utilizar, ya que sólo requiere un

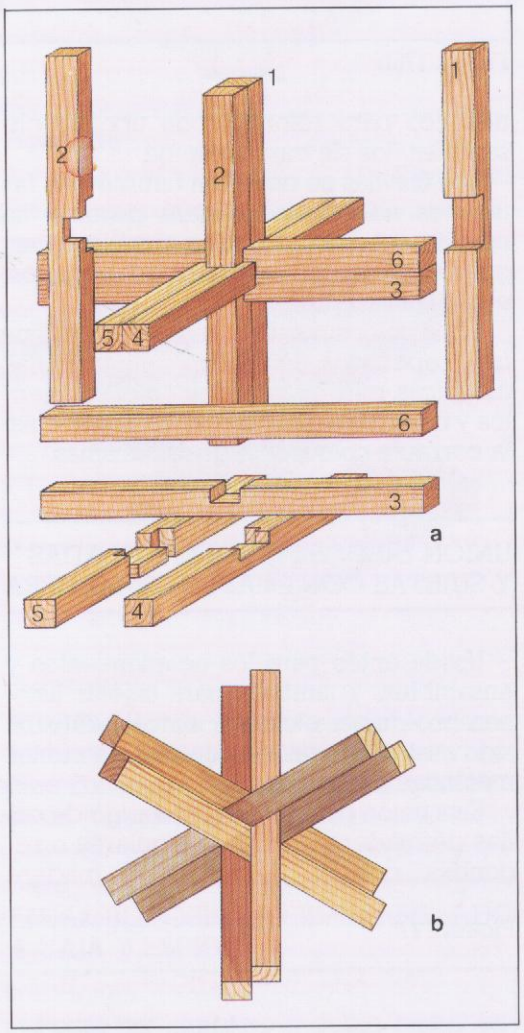


Figura 175

marcaje preciso, teniendo en cuenta que la longitud de la clavija siempre sea algo menor que la longitud del agujero realizado en las dos piezas que haya que unir, para que permita alojar la cola sobrante y así conseguir una unión a tope perfecta *(figura 176a)*.

Las clavijas podrán ser lisas o ranuradas, siendo preferibles las últimas, por ser menos deslizantes. Dará buen resultado dar entrada a las testas de las clavijas para así facilitar su penetración.

Otra aplicación de las clavijas es hacer la función de llave o sustituto del perno

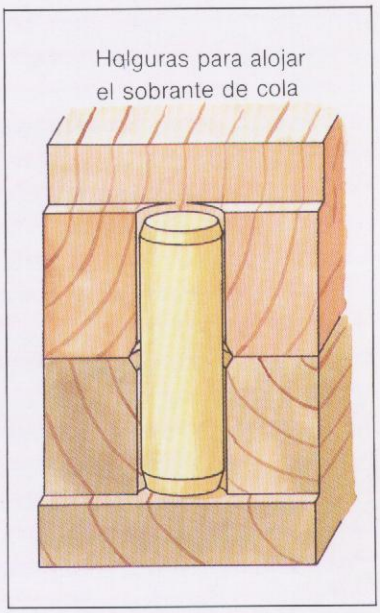


Figura 176a

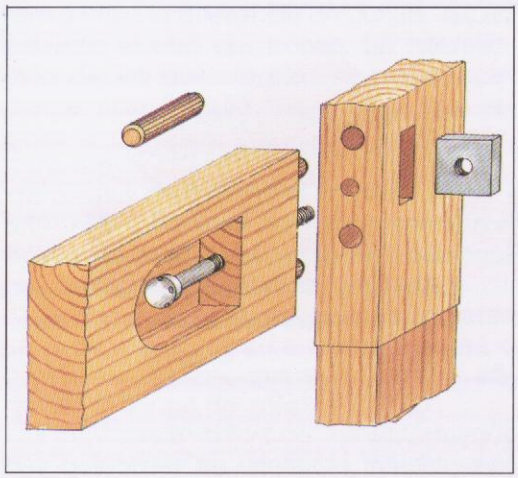


Figura 176b

metálico para reforzar todo tipo de ensambles, los de caja y espiga.

Las clavijas se emplean también en las uniones no encoladas para permitir su montaje mediante tornillos metálicos (largueros de cama, laterales de armarios, etc.) *(figura 176b)*.

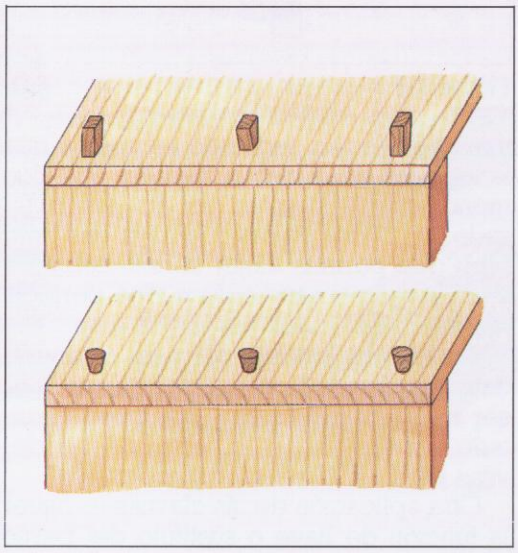
En la colocación de clavijas en trabajos muy repetitivos, se utilizan unas plantillas metálicas para marcar los emplazamientos y centros de las clavijas, facilitando así la correcta colocación de las mismas.

UNIÓN DE DOS PIEZAS ENCOLADAS Y SUJETAS CON CLAVOS DE MADERA

Usada antes para los acoplamientos y ensambles, y también para sujetar listones, molduras, etcétera, actualmente ha sido sustituida con ventaja por las puntas metálicas.

Esta unión consiste en el empleo de cuñas de madera dura, rectangulares o redondas, que se clavan en la madera *(figura 177)*. Para una mejor sujeción se colocan con inclinaciones opuestas.

Figura 177



UNIÓN EN ÁNGULO MEDIANTE CLAVIJAS

La unión mediante clavijas es el substituto débil de los ensambles a caja y espiga. Es de fácil realización, pero tiene un menor resultado resistencial. Puede ser en ángulo, en forma de T, a inglete *(figura 178 a, b y c)*, etcétera.

Las clavijas se utilizan con frecuencia en la unión de piezas curvas, permitiendo una gran variedad de aplicaciones. Son usadas en el campo de la ebanistería y en la fabricación de sillas y otros elementos que tengan poca superficie de contacto entre sí para realizar otro tipo de ensamble *(figura 178 d)*.

Dentro del proceso se podrán substituir las clavijas por galletas prensadas de madera *(figura 178 e)*.

ENSAMBLE A INGLETE A JUNTA PLANA

Se obtiene cortando los extremos de ambas piezas a 45°. Esta unión es empleada en recuadros y marcos y ángulos de molduras en ebanistería y en elementos que requieran un mínimo de esfuerzo. Se puede reforzar mediante escuadras metálicas encastadas por las caras y clavos entrecruzados por las testas *(figura 179)*. No se puede considerar un ensamble propiamente, sino una unión a tope.

ENSAMBLE A INGLETE CON ESPIGA INDEPENDIENTE

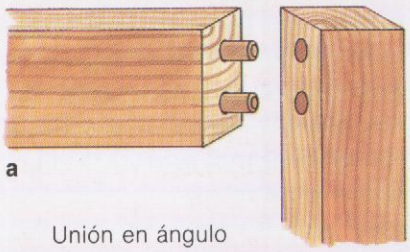
Se realizan dos cortes de sierra a cartabón, vaciando con el escoplo la parte que será reemplazada por la espiga independiente.

Proporciona un buen resultado resistencial al disponer de una superficie mayor para alojar clavijas, tornillos, etcétera *(figura 180)*.

ENSAMBLE A INGLETE CON LLAVE

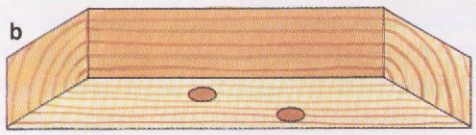
Se cortan a inglete los extremos de cada pieza, y se realiza una caja pasante, perpendicular a los cortes. La llave de forma cuadrada o rectangular es de madera dura para obtener un mejor resul-

Figura 178

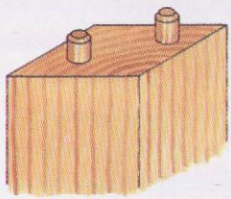


a

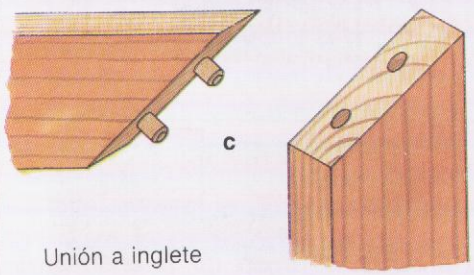
Unión en ángulo



b

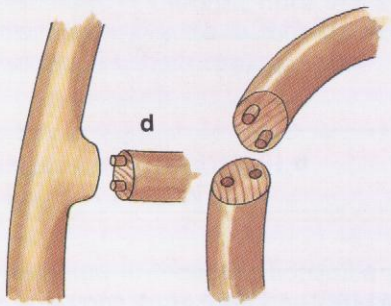


Unión en T

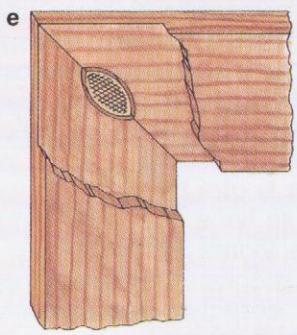


c

Unión a inglete



d



e

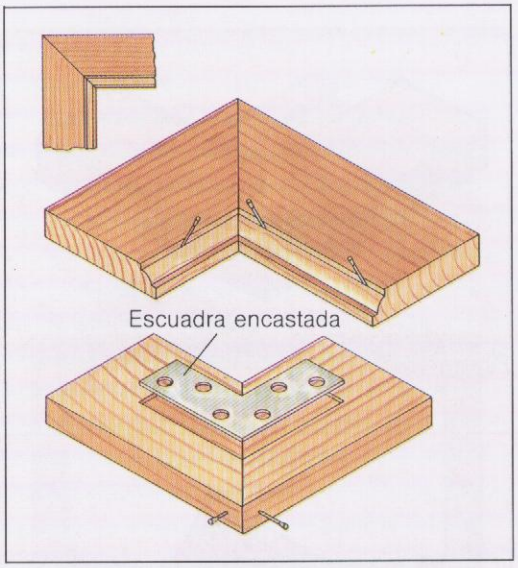
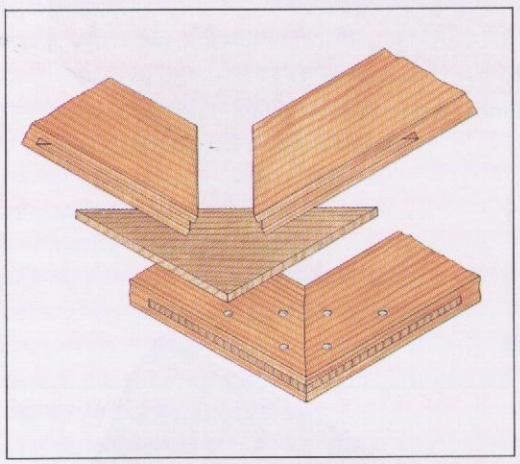


Figura 179

Figura 180



tado. Es imprescindible que se produzca un buen ajuste de la llave con las cajas para conseguir un buen resultado en esta unión *(figura 181)*.

ENSAMBLE OBLICUO EMBARBILLADO A CAJA Y ESPIGA

Podrá ser simple o a doble caja y espiga, dependiendo del grueso de la madera, o a doble barbilla según la anchura. También se podrá ocultar la barbilla mediante dos mortajas superpuestas *(figura 182 a y b)*.

ENSAMBLES A HORQUILLA

Se utilizan preferentemente cuando se coloca un pie intermedio en un travesaño. En realidad, pertenecen al grupo de los ensambles a caja y espiga, invirtiendo los encajes. Mediante un encaje realizado en cada cara de una madera, tenemos un en-

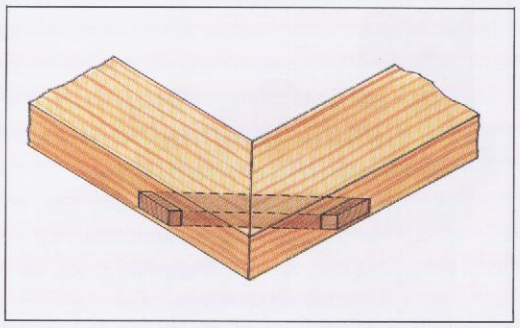


Figura 181

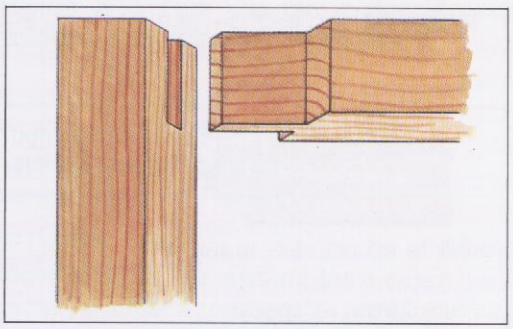


Figura 183

Figura 182

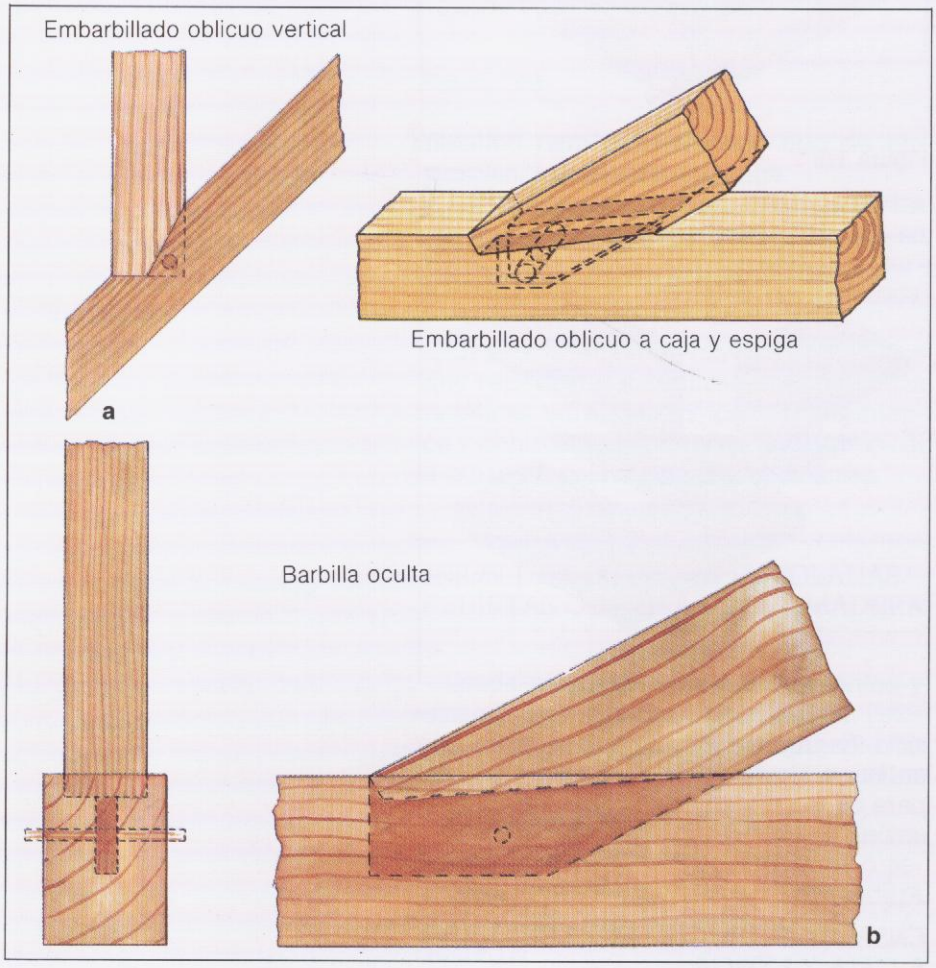
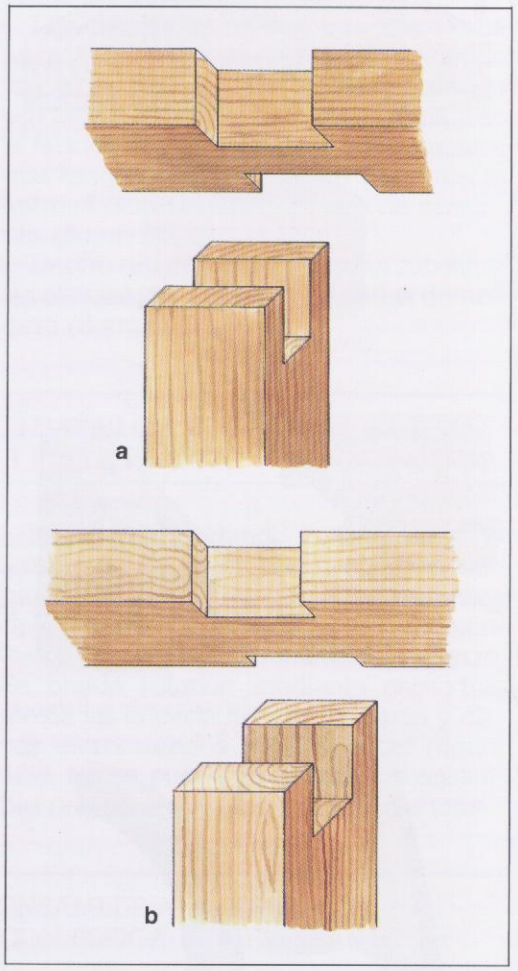


Figura 184



samble intermedio que encaja perfectamente en una caja de la otra pieza de madera. Para su elaboración se utilizará el mismo procedimiento empleado en los ensambles a caja y espiga, supliendo, en algunos casos, el uso del escoplo por el formón para el vaciado de las cajas.

ENSAMBLE A HORQUILLA EN ÁNGULO

En este ensamble, una caja pasante recibe una espiga también pasante. Este tipo de unión podría estar incluido perfectamente en el grupo de los ensambles a caja y espiga *(figura 183)*.

ENSAMBLE CENTRAL A TENAZA U HORQUILLA

En la colocación de pies intermedios en cualquier estructura de madera, es uno de los más empleados en carpintería.

En las piezas de sección cuadrada da buen resultado realizar un rebaje de un tercio del grueso de la pieza en ambas caras. En la otra pieza que haya que ensamblar se hace la caja para que reciba la espiga *(figura 184 a)*.

En las secciones rectangulares —unión de pies derechos con travesaño— da buen resultado dar un giro en la colocación del pie, para que de este modo so-

bresalga del grueso del tamaño y posibilite la ejecución de una espiga más gruesa y, en consecuencia, una resistencia mayor *(figura 184 b)*.

ENSAMBLE A HORQUILLA CON LOS CANTOS BISELADOS

Denominado también ensamble de pintor, por utilizarse para la construcción de marcos articulados mediante unas cuñas que van colocadas en el canto de la unión del ensamble, permite tensar la tela para pintar. Lógicamente, en este caso no se encolará.

El corte biselado evita la separación de las maderas por sus caras, dándole una gran resistencia *(figura 185 a)*.

ENSAMBLE A HORQUILLA A TENAZA

Elegante ensamble a horquilla en diagonal que consigue una unión total de las maderas. Se usa preferentemente en la construcción de muebles *(figura 185 b)*.

ENSAMBLE A ESPIGA PASANTE CON LLAVE

Para obtener un buen resultado a un esfuerzo de tracción, se puede prolongar la espiga para que quepa una llave, preferentemente de madera dura, en forma de cuña, que presione la mortaja por su parte exterior *(figura 186)*.

ENSAMBLE A HORQULLA CON ESPIGA PASANTE

Se prolonga la tenaza u horquilla para alojar una cuña que presiona la espiga. De esta forma se impide la separación de las piezas. Este tipo de ensamble corresponde al grupo de los que son desmontables *(figura 187)*.

ENSAMBLE DE CAJA Y ESPIGA

Este ensamble consiste en realizar en una de las piezas un hueco llamado caja o mortaja, del tamaño exacto de la espiga que se haya obtenido de la parte central (el grueso de la madera normalmente se divide en tres partes iguales) del extremo de la otra pieza.

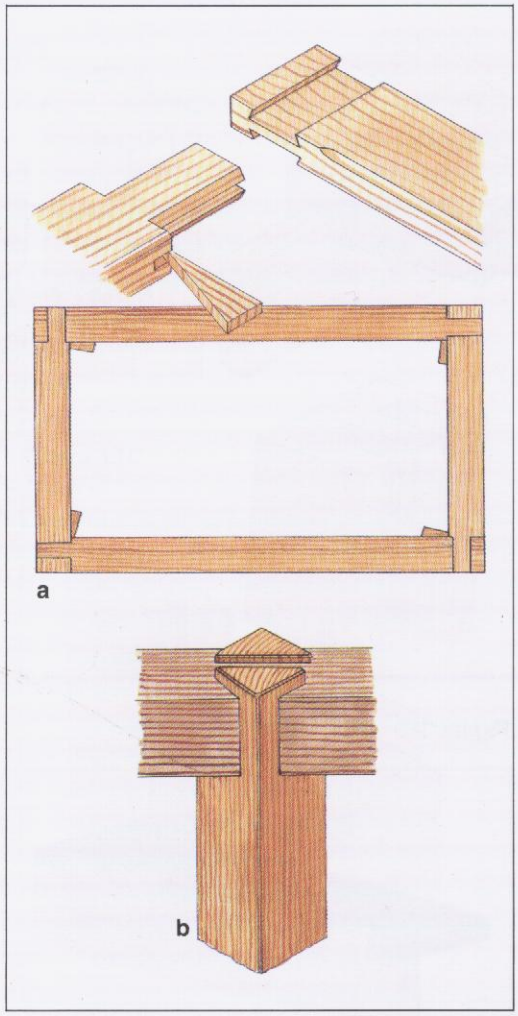


Figura 185

Es uno de los ensambles más empleado en carpintería, existiendo una gran variedad de soluciones para trabajos específicos. Se utiliza normalmente para las uniones en ángulo recto o curvo de marcos de puertas, y en puertas, balconeras, ventanas, en la construcción de sillas y muebles en general.

Para trazar este ensamble se utiliza el gramil y la escuadra, y para ejecutarlo manualmente emplearemos el escoplo, la sierra y el serrucho de costilla. Mecánicamente se utilizan sus equivalentes: máquina, escopleadora y sierra circular o de cinta. Para fijar el ensamble se utilizan las cuñas, clavijas, clavos y tornillos acompañados de la cola.

En las cajas ciegas no conviene que la espiga llegue hasta el fondo de la caja para así permitir el uso de la cola. El sobrante de la cola no permitiría un ajuste total de los elementos ensamblados *(figura 188 a y b)*.

En las cajas realizadas en el interior de los largueros y travesaños, éstas podrán ser ciegas o pasantes, permitiendo estas últimas su posterior acuñado; en este caso, la boca de la caja por su parte exterior se realizará unos milímetros más

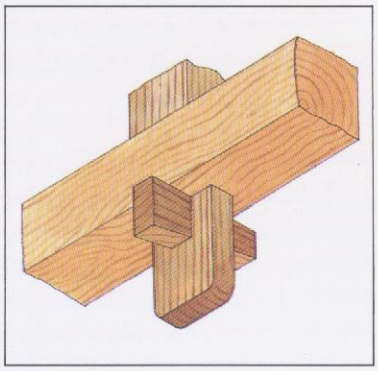
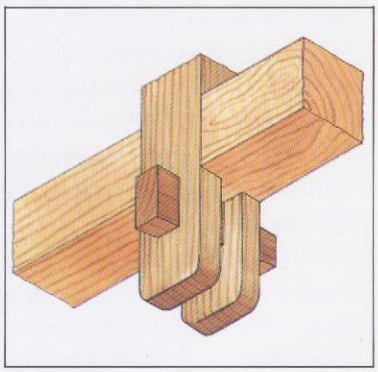


Figura 186

Figura 187



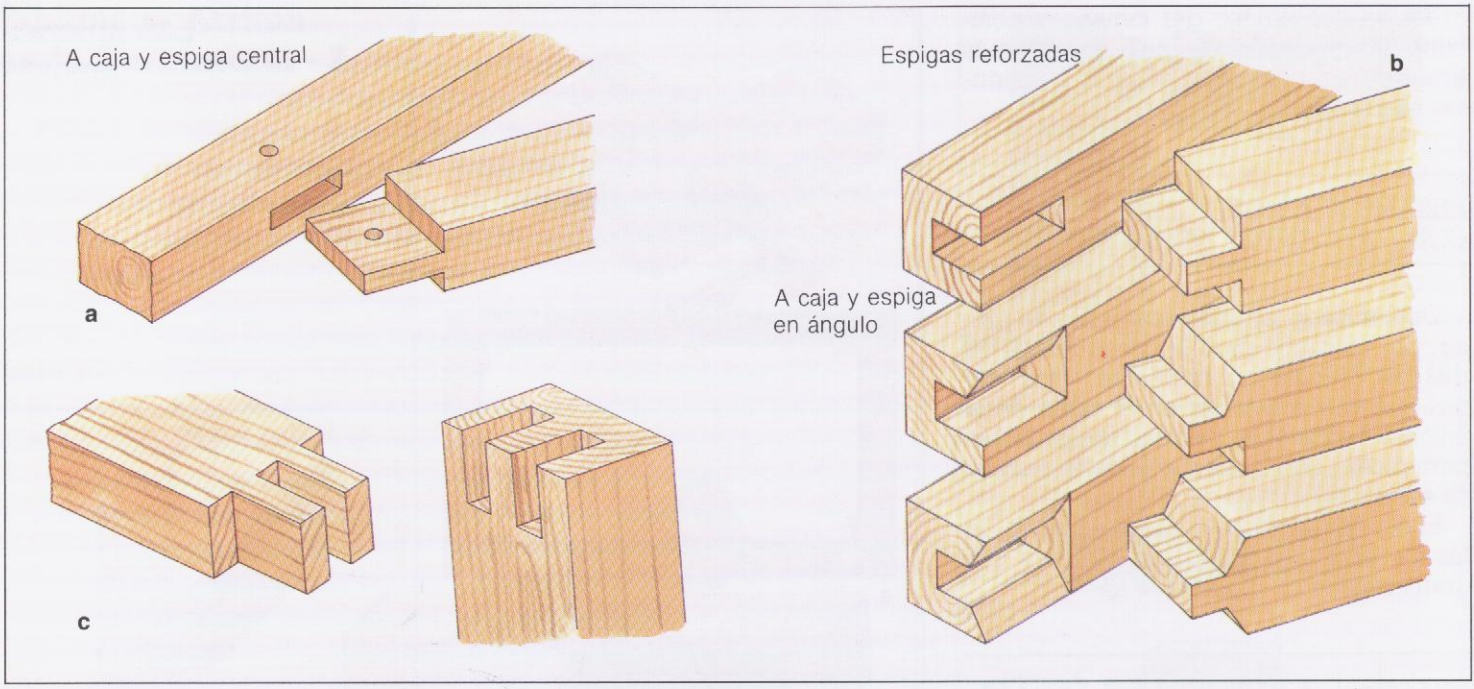


Figura 188

Figura 189

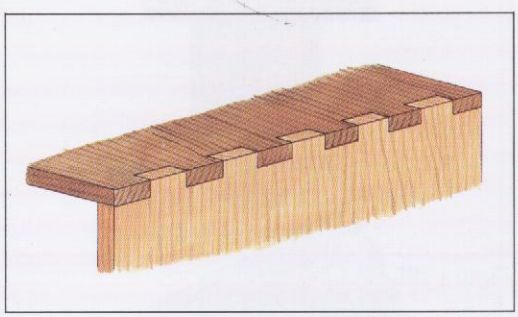
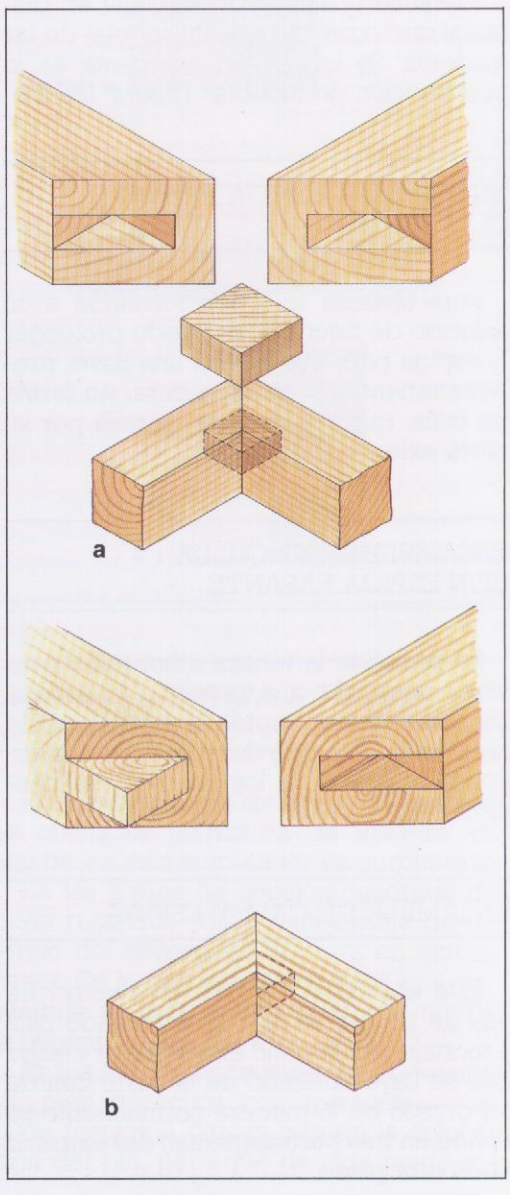


Figura 190



ancha para que pueda permitir la entrada de las cuñas.

Otro sistema para hacer desmontable el ensamble será la utilización de las clavijas o tornillos.

En maderas gruesas se pueden realizar dobles cajas y espigas para conseguir una mayor rigidez *(figura 188 c)*.

ENSAMBLE DE PIEZAS ANCHAS CON ESPIGAS MÚLTIPLES RECTAS

Las cajas serán de la misma profundidad que el grueso de la madera. Se encola y en algunos casos se refuerza con clavos o tornillos *(figura 189)*.

ENSAMBLE DE ÁNGULO CON ESPIGA INVISIBLE U OCULTA

Se consigue ocultar las testas de las dos piezas unidas haciendo una espiga triangular que se adapta a una mortaja de la misma forma.

La resistencia que se obtiene en este tipo de ensambles es reducida debido a la poca superficie que tendrá la cola para un agarre duradero.

Existen dos tipos de espigas, la denominada postiza *(figura 190 a)* y la realizada en una de las piezas que se tenga que unir *(figura 190 b)*.

ENSAMBLE A CAJA Y ESPIGA SIN RETALÓN

En las uniones angulares permite inmovilizar el ángulo, dándole una rigidez imprescindible en determinados trabajos. Esta rigidez depende en buena parte de un buen ajuste de la caja con la espiga. Un buen encolado le dará la rigidez deseada *(figura 191)*. La caja podrá ser ciega o pasante.

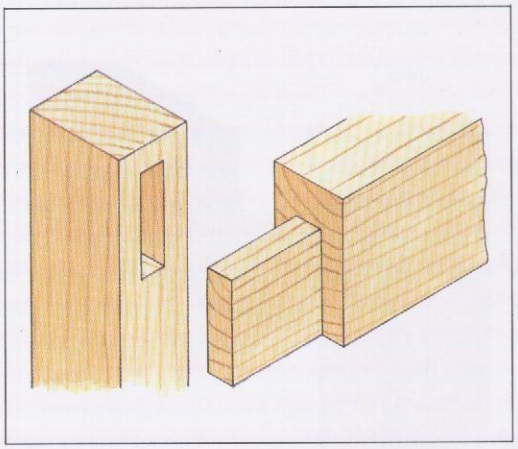
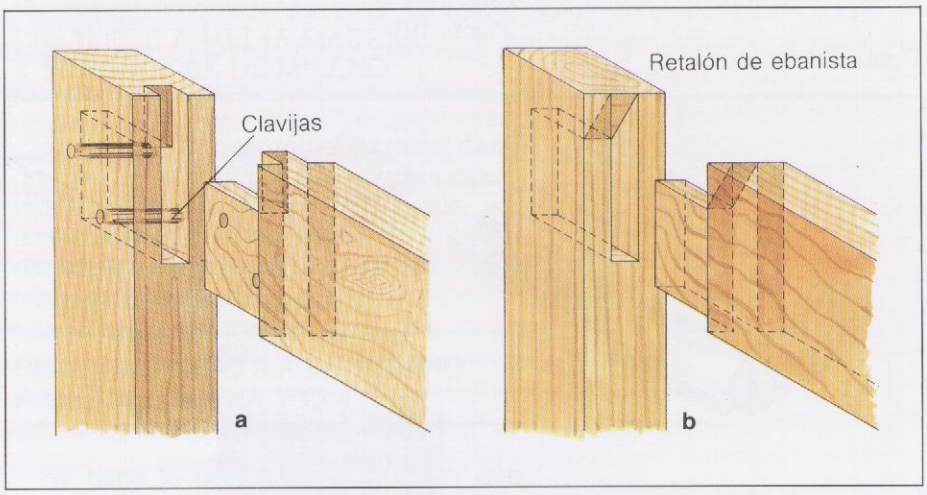


Figura 191

ENSAMBLE A CAJA Y ESPIGA CON RETALÓN

Es el ensamble básico a caja y espiga, que dará un resultado más satisfactorio en los trabajos realizados en exteriores. La caja acostumbra ser pasante permitiendo el acuñado. Se puede reforzar mediante clavijas de madera dura para impedir su separación o mediante retalón de ebanista de caja, por lo general ciega y simplemente encolada *(figura 192 a* y *b)*.

Figura 192



ENSAMBLE A CAJA Y ESPIGA CON RETALÓN Y CALCE

En los casos en que se requiera un bastidor que soporte un elemento supletorio (cristal, tablero, etc.), se realiza un rebaje denominado calce para que sirva de apoyo a dicho elemento. En este caso la longitud de las quijeras varía, dependiendo de la profundidad del calce. El ensamble podrá ser ciego o pasante y acuñado *(figura 193)*.

ENSAMBLE A CAJA Y ESPIGA CON RANURA O CALCE Y MOLDURA

Este tipo de ensamble tiene las mismas aplicaciones que el anterior, al cual se le da un aspecto más decorativo con la realización de una moldura en la cara opuesta al calce. Para un acabado correcto es imprescindible realizar un corte a inglete tanto en la caja como en la espiga, en la parte correspondiente a la unión de la moldura *(figura 194 a)*.

En los elementos constructivos que lleven incorporado un panel (de madera u otros materiales), como las puertas con cuarterones, y estén molduradas por las dos caras, es imprescindible cortar a inglete la parte de madera correspondiente a la unión de las molduras *(figura 194 b)*.

El ensamble podrá ser ciego o pasante y acuñado, en este caso se dará la holgura necesaria para la colocación de las cuñas. Variará el sistema de colocación de las cuñas, según sea la herramienta utilizada *(figura 194 c)*.

ENSAMBLE A CAJA Y ESPIGA DE CONTRACHAVETA

Sin lugar a dudas, las espigas pasantes son más resistentes que las ciegas, ya que en un acuñado, en el caso de requerir una gran resistencia a un ensamblaje ciego, las cuñas se colocan ocultas. Al presionar la unión, el ensamble se transforma en una cola de milano oculta *(figura 195)*. Para este tipo de ensambles es conveniente el uso de la cola.

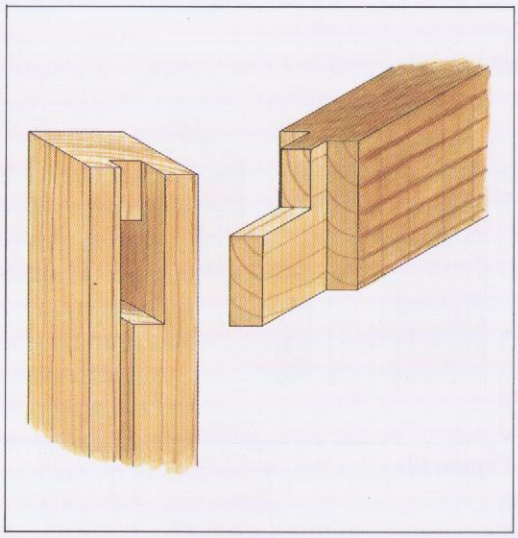


Figura 193

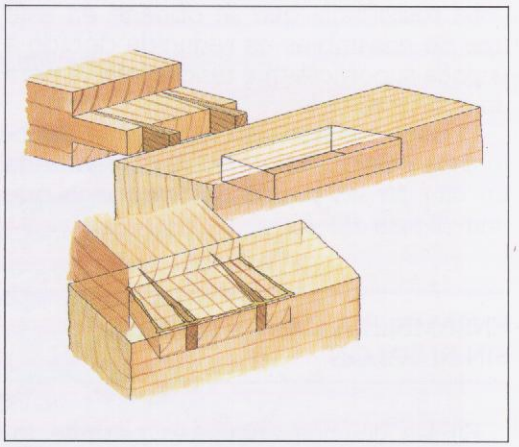
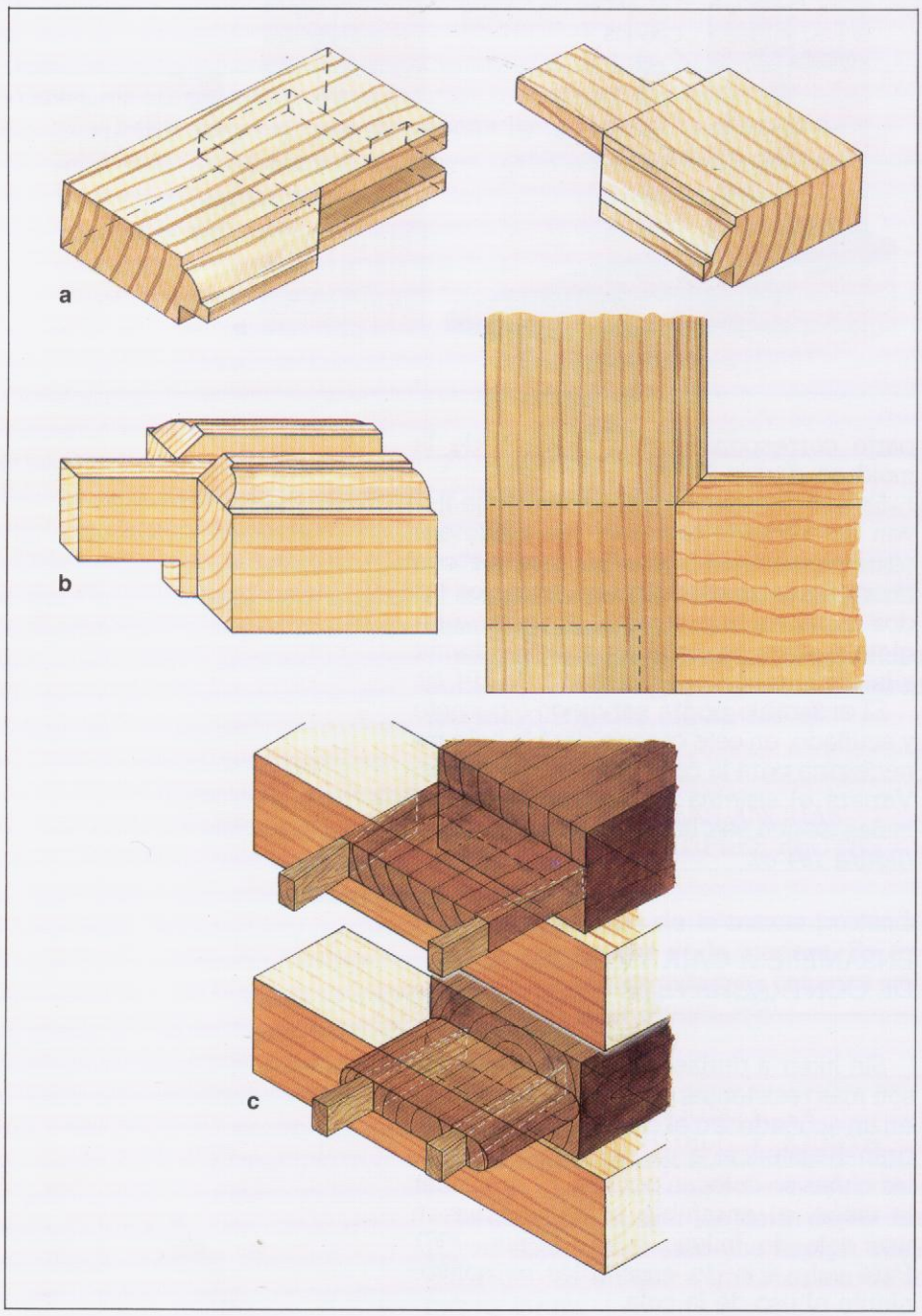


Figura 195

Figura 194



ENSAMBLE A CAJA Y ESPIGA CON BARBILLA

Cuando un travesaño soporta un esfuerzo excesivo, se alivia el peso de la espiga practicando un bisel en las quijeras y su encaje correspondiente en la caja *(figura 196)*.

ENSAMBLE A CAJA Y ESPIGA CON CONTRAMOLDURA

Mediante fresas molduradas y contrafresas y la utilización de la máquina tupí, se realiza este ensamble, el cual da un resultado similar al ensamble a caja y espiga con moldura. En este caso se suprime el corte a inglete para la unión de las molduras *(figura 197)*.

ENSAMBLE A COLA DE MILANO

Para uniones que estén sujetas a esfuerzos de tracción, normalmente se utiliza la cola de milano debido a sus excelentes condiciones técnicas, que le dan una gran resistencia y solidez. Su forma trapecial impide que se deslice la unión y su separación es prácticamente imposible de tracción, siendo asimismo correcto su comportamiento ante un esfuerzo de compresión. Por lo tanto, es la unión idónea para un gran número de trabajos de carpintería y ebanistería. En la carpintería de armar, los lazos son de grandes dimensiones y separaciones considerables entre sí. No sucede así en ebanistería, donde los lazos prácticamente se tocan. Antiguamente se intentaba esconder los lazos lo máximo posible. Hoy en día existe la tendencia de dejarlos a la vista, debido a la revaloración del tra-

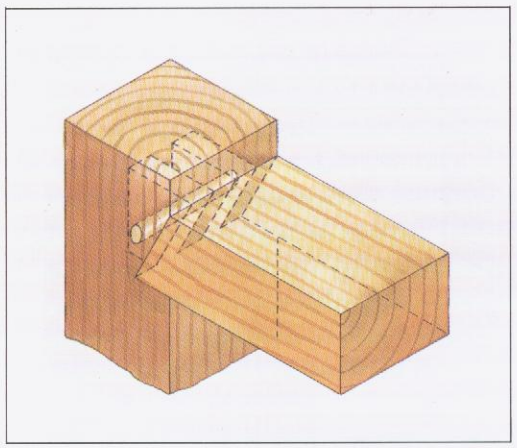


Figura 196

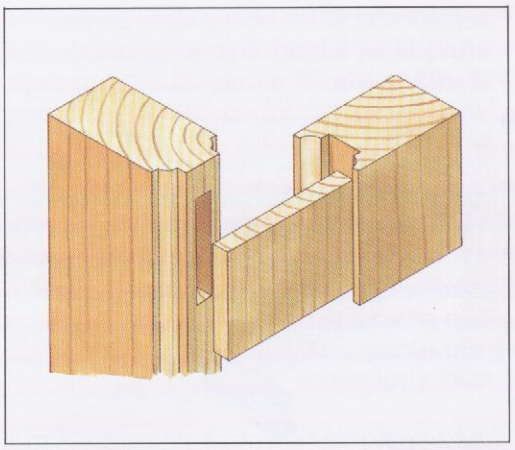


Figura 197

bajo artesano. Lo cierto es que un ensamblaje a cola de milano, si está bien efectuado, da prestancia y calidad a cualquier trabajo, sobre todo en ebanistería.

Básicamente existen tres tipos principales de cola de milano:

1) Colas de milano simples o abiertas (pasantes). Quedan visibles en las caras exteriores.

2) Colas de milano semicubiertas o solapadas. Quedan ocultas por una cara (generalmente la cara vista).

3) Colas de milano a inglete u ocultas. Quedan ocultos por completo los lazos por las dos caras.

En las construcciones de tipo económico se hacen lazos muy anchos para disminuir su número. Cuando la lógica contracción de la madera afloja el lazo, el ensamble se debilita. Otro factor que hay que tener en cuenta es la inclinación del corte de la cola de milano. No será muy acentuada para no resquebrajar los extremos, lo que haría perder su buen rendimiento a la tracción *(figura 198 a)*.

ENSAMBLE A MEDIA MADERA CON COLA DE MILANO

Se usa en carpintería para uniones en T a tracción. Es una ensambladura excelente. Sólo es posible la separación de las piezas en el sentido de la flecha *(figura 198 b)*. Su utilización en carpintería indica que las secciones de la madera pueden ser considerables.

UNIÓN EN T A COLA DE MILANO

Está pensada para actuar a tracción en sentido lateral. Se encola en las uniones fijas. Se utiliza de forma móvil en los bastidores de la pintura artística para tensar la tela *(figura 198 c)*.

ENSAMBLE A MEDIA MADERA Y MEDIA COLA DE MILANO

Este tipo de ensamble es más débil que los anteriores porque puede ocasionar la rotura del extremo de la caja. Por este motivo, es un ensamble que hoy en día se utiliza muy poco *(figura 198 d)*.

ENSAMBLE DE COLA DE MILANO A MEDIA MADERA Y COLA

Se hace la caja más ancha para que pueda penetrar la espiga y de este modo permita el acuñado. Este ensamble proporciona un rápido montaje y su posterior desarme *(figura 198 e)*.

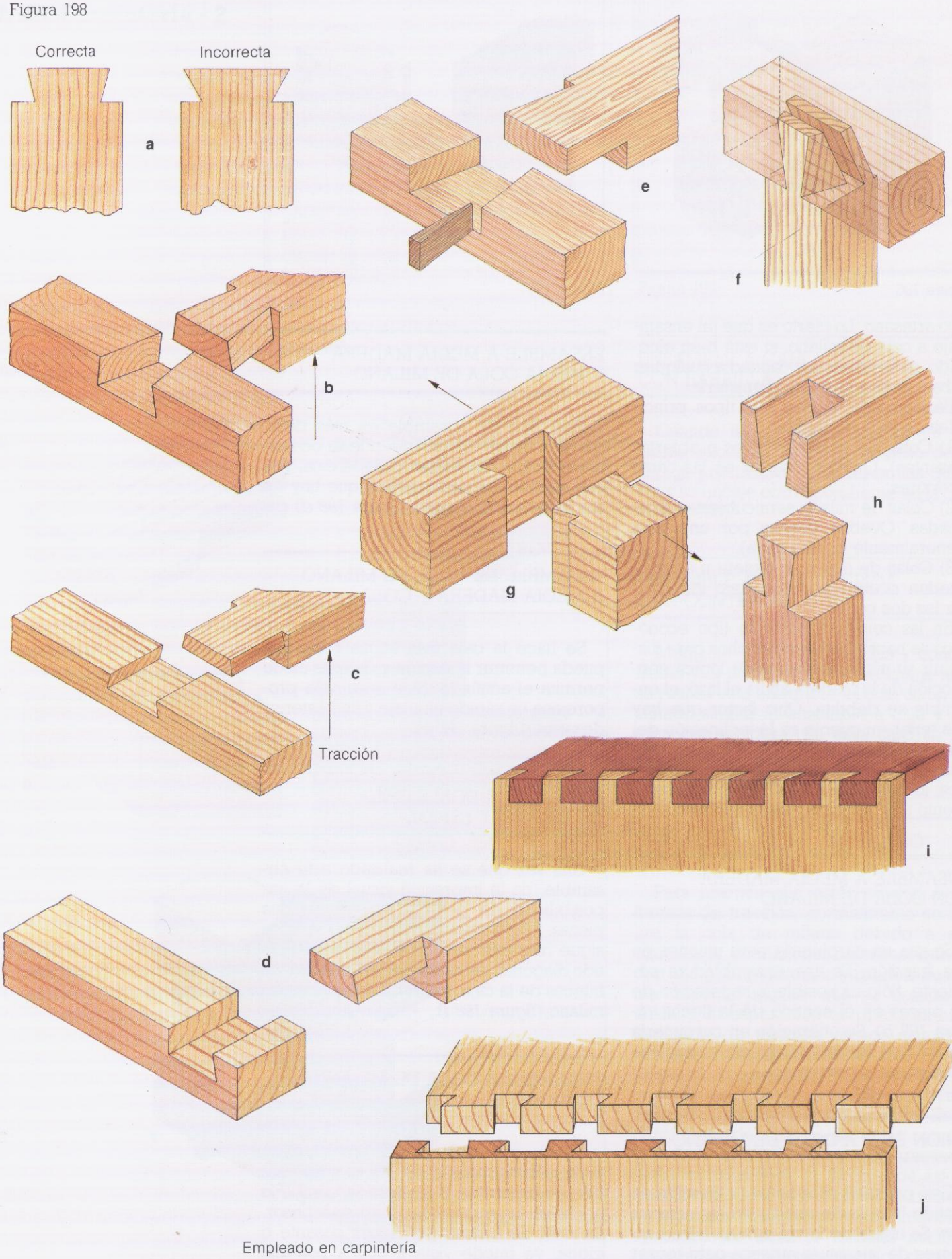
ENSAMBLE A DOBLE COLA DE MILANO Y ESPIGA

Una vez que se ha realizado este ensamble, da la impresión visual de la imposibilidad de penetración de las dos piezas. Lógicamente, este efecto se consigue haciendo entrar la espiga en sentido diagonal, llenando de esta manera los huecos de la caja que forman una cola de milano *(figura 198 f)*.

ENSAMBLE A COLA DE MILANO DE RANURA

Es un ensamble a tracción utilizado para la construcción de tirantes. En este tipo de ensamble la madera se corta a lo ancho en lugar de hacerlo por su espesor. La cola de milano podrá ser pasante o ciega, ya quede vista u oculta por una cara *(figura 198 g)*.

Figura 198



Empleado en carpintería

ENSAMBLE A COLA DE MILANO EN ÁNGULO ABIERTO O PASANTE

Es el más simple de los ensambles a cola de milano en ángulo, pero también el más resistente *(figura 198 h)*. En los trabajos de carpintería de armar se suele utilizar un solo lazo. Se emplea en lazos múltiples cuando se construyen ángulos de maderas anchas (cajones de muebles, armazones, cajas, etc.) *(figura 198 i)*.

ENSAMBLE A COLA DE MILANO SOLAPADA

Es el ensamble más utilizado en la construcción de cajones para muebles, al no quedar el ensamble visible por la cara frontal del cajón. Además tiene una buena resistencia al esfuerzo de tracción para tirar de él.

Al ser un ensamble empleado preferentemente en ebanistería, se le intenta dar un aspecto más estético, haciendo unas cajas que prácticamente se tocan en su parte más ancha. Esto es posible al utilizar maderas duras que ofrecen más resistencia y permiten perfilar las aristas y dar al ensamble un acabado más afinado *(figura 198 j)*.

MANIPULACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS MANUALES Y MARCAJE DE LOS LAZOS DEL ENSAMBLE A COLA DE MILANO

Una buena ejecución de las cajas y espigas de un ensamble está condicionada por la utilización de herramientas cuyo afilado esté en perfectas condiciones, para que permita obtener un corte limpio en las dos piezas que haya que ensamblar; de esta manera se consigue un ajuste correcto, sin presionar la madera para que no se agriete al introducir una dentro de la otra.

Es aconsejable una ligerísima holgura que permita la aplicación de la cola, que, al tener en su composición una parte de agua, va a provocar una pequeña hinchazón en la madera. Se obtiene un mejor resultado, tanto en el ajuste como en el lijado final, si se emplean maderas duras o semiduras y compactas, que si son maderas blandas.

Las dos piezas que haya que unir pueden ser de la misma madera o diferente y con una dureza similar. Al ser un ensamble muy utilizado en la construcción de muebles, sobre todo en la fabricación de los cajones, la cara frontal es la parte donde no queda visible el ensamble, la madera de la cual podrá ser de más calidad (caoba, nogal, roble, etc.), mientras que para los laterales y el fondo del cajón se utiliza una madera de menor calidad, aunque de dureza parecida (haya, abedul, ramina, etc.).

Para el trazado de los ensambles (marcaje) en la madera se utilizan lápices que tengan punta dura y afilada o punta metálica de marcar, gramil, escuadra y falsa escuadra.

Las herramientas que se emplean para realizar los encajes son los serruchos de costilla, para cortar las aristas inclinadas; los formones de cantos biselados, de varios tamaños; los mazos y martillos adecuados para golpear los formones.

Existen diversos sistemas para el marcaje de las colas de milano múltiples, siendo uno de ellos el siguiente: una vez regruesada la madera y teniendo en cuenta que en los ensambles solapados la parte frontal que contiene las cajas acostumbra ser más gruesa, esta pieza es la que recibirá el esfuerzo de tracción y la que arrastrará el lateral de sección más delgada a la que estará unida mediante las espigas o dientes.

La primera operación que hay que realizar será escuadrar las dos maderas perfectamente en los dos sentidos, tanto en su anchura como espesor.

Con el gramil se trazará la medida del grueso del lateral en la cara interior de la pieza frontal. Después, con el gramil, se marcará la profundidad de los dientes simultáneamente en las testas de la pieza lateral y frontal *(figura 199a)*.

Figura 199a

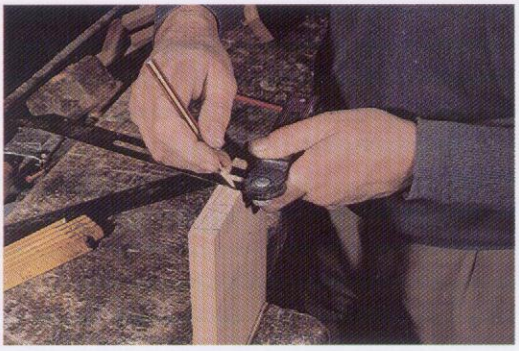


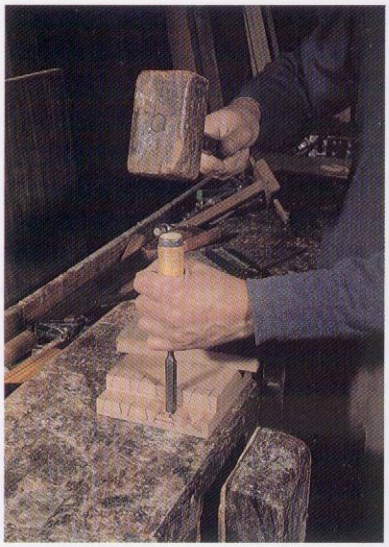
Figura 199b

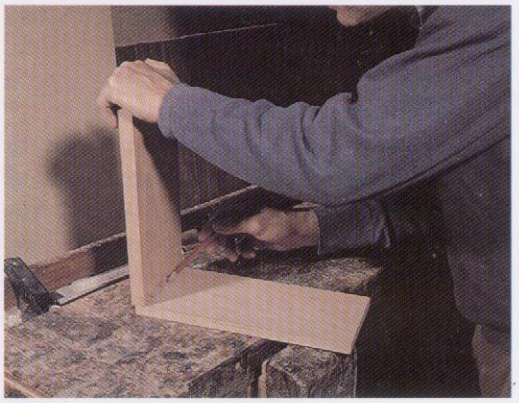
Figura 199c

Figura 199d

Figura 199e

Figura 199f





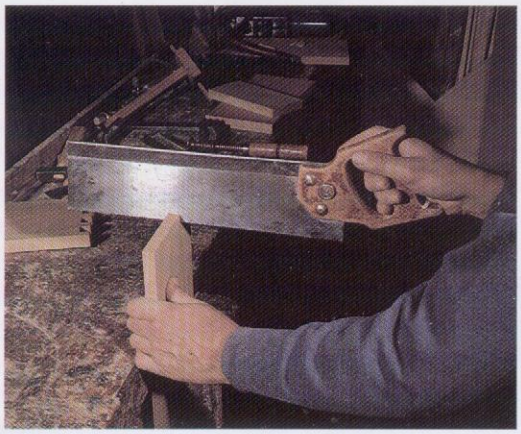


Figura 199g

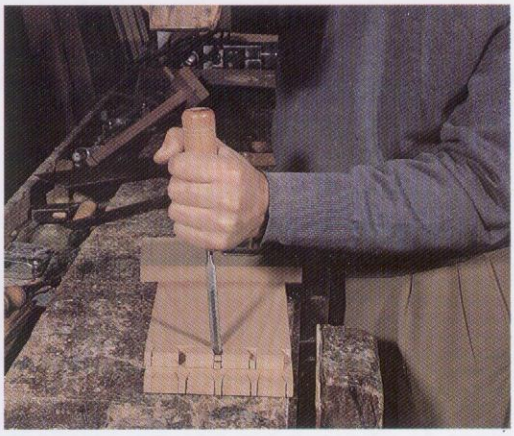
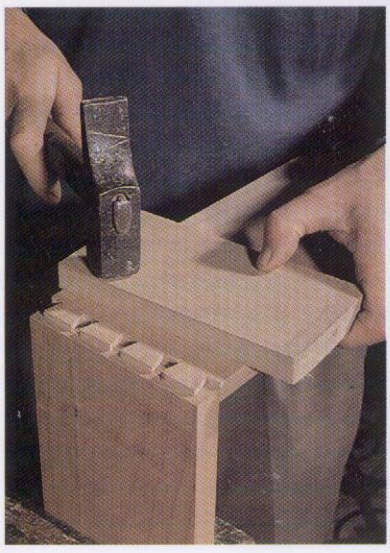


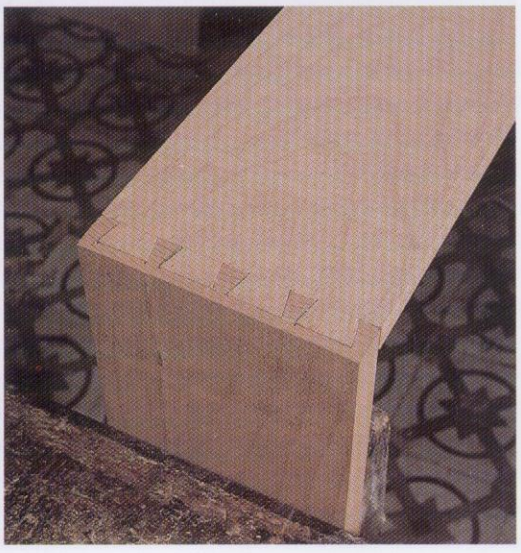
Figura 199h

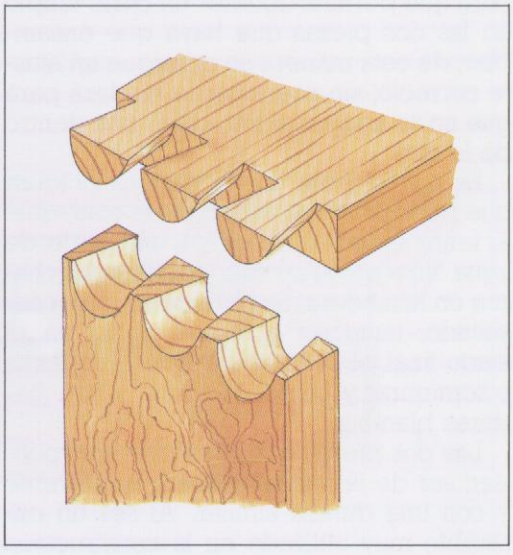
Figura 199i

Figura 199j

Figura 199k







Seguirá el repartido y trazado de las cajas. En esta operación se tendrá presente la calidad y la resistencia del trabajo que haya que realizar. A más lazos finos y más juntos entre sí, el trabajo se considera de más calidad y se usa en elementos de ebanistería. En el caso de construir un elemento de gran resistencia, la anchura de los dientes será igual que su separación. Este trabajo se emplea principalmente en carpintería, donde los esfuerzos que hay que realizar son superiores.

En el repartido de los lazos, por lo tanto, se tendrá presente la cantidad de dientes y la separación entre ellos en toda la anchura de la cara interna de la pieza frontal.

La siguiente operación será la de dar la inclinación correcta a la caja para realizar la cola de milano. En esta operación se tendrá en cuenta la calidad de la madera. En maderas blandas (pino, chopo) la inclinación considerada correcta es la proporción de 6 a 1. Por ejemplo, a una profundidad de caja de 12 mm le corresponde una inclinación de su cara interna de 2 mm. En maderas semiduras y duras (haya, nogal, etc.) se permite una disminución de esta inclinación.

Una vez determinada la inclinación de la caja, se marcará con una falsa escuadra *(figura 199b)* por la testa de la pieza de madera que contiene todas las cajas. El frontal estará a punto para su realización, mediante el empleo del serrucho de costilla, con un corte inclinado, ajustado a media línea del lápiz o punta de trazar *(figura 199c)*. El resto se vaciará mediante el empleo de formones muy afilados *(figuras 199d* y *e)*.

Una vez determinado el vaciado de las cajas se procede a señalar las espigas o lazos. Se coloca la pieza con las cajas vacías encima de la pieza en la que hay que realizar las espigas o dientes, en el lugar que le correspondería en el caso de estar ya realizadas *(figura 199f)*.

Luego, con un lápiz de punta fina y dura o una punta de trazar, se resiguen los huecos de las cajas. A continuación, con un serrucho de costilla, se corta la pieza procurando que la línea quede en la parte correspondiente a los dientes y el corte del serrucho ocupe la parte del vaciado, hasta llegar a la línea trazada con el gramil *(figura 199g)*. Posteriormente, se vaciará el sobrante con el formón adecuado *(figura 199h)*.

Cuando todo el ensamblaje esté terminado, se comprobará su ajuste para saber si debe hacerse un posible retoque y para su posterior encolado. Finalmente, se acabará con un ligero cepillado y lijado *(figuras 199i* y *j)*.

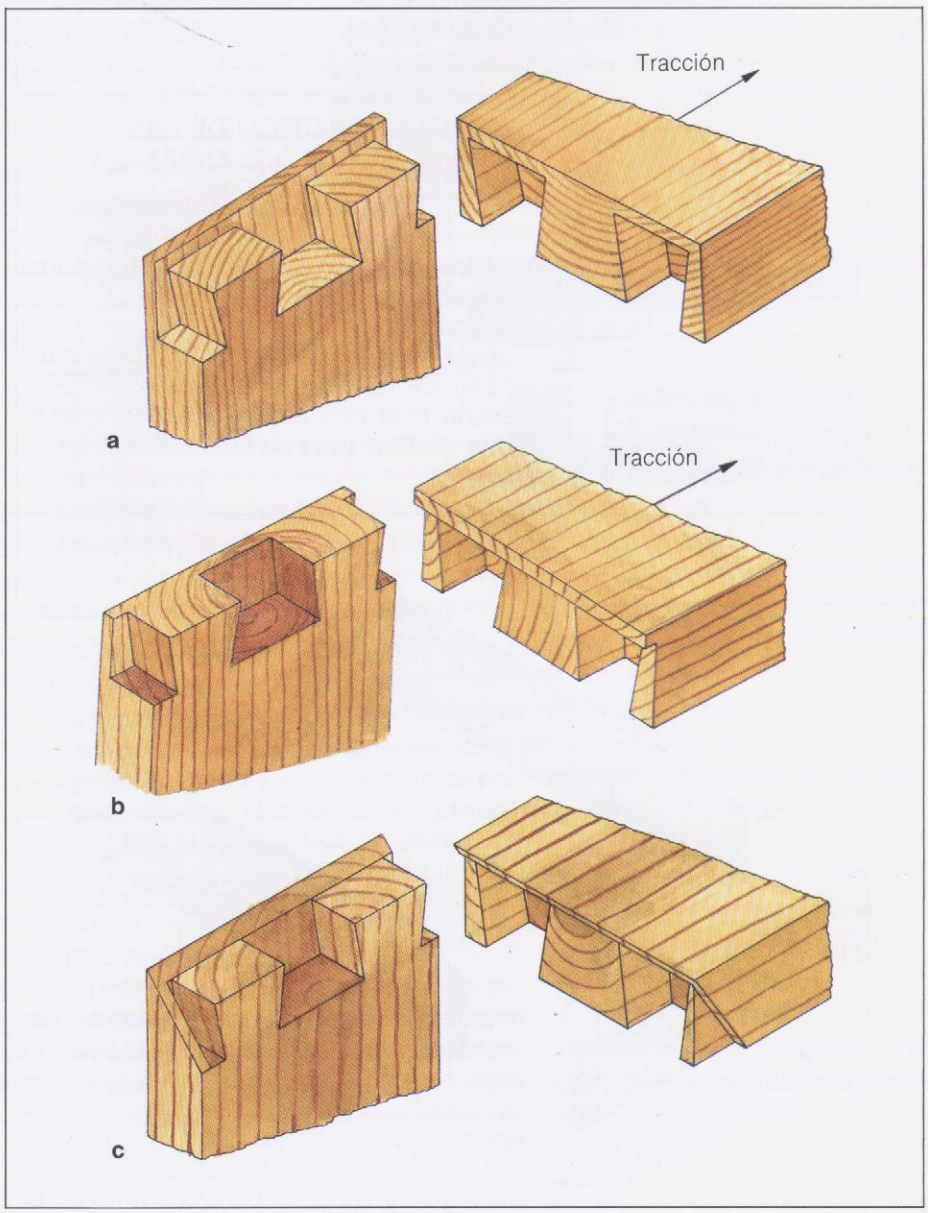
Para trabajos muy repetitivos, en el marcaje de las cajas y los dientes, se pueden usar unas plantillas metálicas para hacer más rápida esta operación.

Para mecanizar el proceso de construcción de la cola de milano, existe la plantilla de lazos, que, reseguida mediante una máquina fresadora equipada con una cuchilla o broca especial trapezoidal, permite la construcción de cajas y espigas de aspecto de cola de milano por su parte exterior. El interior de las cajas y espigas adquiere la curvatura de la broca usada *(figura 199k)*.

ENSAMBLE A COLA DE MILANO SEMIOCULTA

En este ensamble se ocultan los lazos y las cajas, quedando a la vista parte de la testa de la pieza frontal *(figura 200 a)*.

Figura 200



Podrán invertirse los encajes con el mismo resultado. Variará la situación de la testa visible *(figura 200 b)*.

ENSAMBLE A COLA DE MILANO A INGLETE U OCULTA

En algunos trabajos muy finos de ebanistería, el ensamble y las testas se esconden totalmente, intentando mantener la resistencia a los esfuerzos de tracción y compresión. Para esto se utiliza la combinación del corte a inglete y el ensamble tradicional a cola de milano.

Se trata de un ensamble muy complejo y laborioso que para su ejecución requiere una gran precisión en el ajuste.

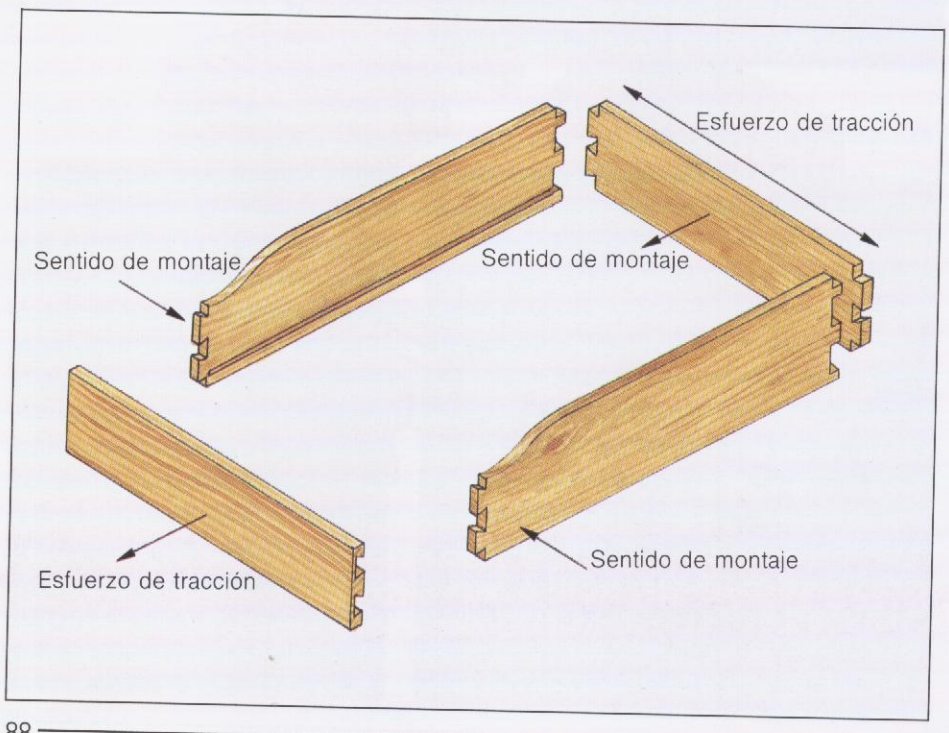
Como todo este grupo de ensambles, se podrá realizar con el número de cajas y espiga que se desee.

Los centros que se deseen podrán acabar a inglete total, mediante la realización de un ensamble a media madera a inglete *(figura 200 c)*.

EJEMPLO PRÁCTICO DE LAS UTILIZACIONES DEL ENSAMBLE A COLA DE MILANO

Uno de los ejemplos más característicos es la construcción de un cajón, cubeta o bandeja de un mueble. Como puede observarse en la *figura 201*, el conjunto tiene los ensambles colocados en la posición más propicia al esfuerzo que hay que realizar para su utilización.

Figura 201



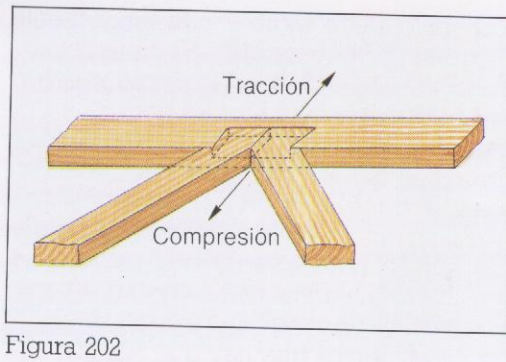


Figura 202

ENSAMBLE DE TRES PIEZAS A MEDIA MADERA COMBINADO A COLA DE MILANO

Se trata de otro ejemplo de las muchas posibilidades de utilización de la cola de milano, ensamblando varias piezas entre sí *(figura 202)*.

ENSAMBLE A MEDIA MADERA EN SENTIDO OBLICUO

A pesar de que la media madera reduce considerablemente la sección de la madera, en la construcción de tornapuntas de rigidización que estén sometidas a esfuerzos de compresión se utilizan con buen resultado los ensambles oblicuos a media madera *(figura 203 a)*.

En las tornapuntas que tengan que actuar al doble esfuerzo de compresión y tracción, se utiliza la variante denominada cola de milano y media madera.

ENSAMBLE A MEDIA MADERA Y COLA DE MILANO OBLICUA

Un interesante ejemplo de tornapuntas construido en Japón, consistente en un embarbillado y cola de milano incluida, que lógicamente tendrá las dos opciones de aplicación *(figura 203 b)*.

ENSAMBLE A MEDIA MADERA EN CRUZ CON CUATRO COLAS DE MILANO

El ensamble de dos maderas o más a media madera en cruz tiene múltiples posibilidades, utilizado tanto en los cruces verticales como en los horizontales y en las cruces de San Andrés.

Cuando la madera lleva incorporada alguna moldura, se realizan unos rebajes

con el corte a inglete correspondiente. También se usa el corte a inglete hasta la mitad de la anchura de la madera, cosa que debilita considerablemente una de las maderas ya bastante disminuida por el propio corte a media madera. Es un ensamble apto para encolar *(figura 203 c)*.

El ensamble en cruz con cuatro colas de milano es un ejemplo de las muchas posibilidades de los ensambles a media madera.

ENSAMBLE DE ESPIGA FALCIFORME

Es un ensamble muy apto para actuar tanto a esfuerzos de tracción como de compresión, con un resultado muy similar al obtenido mediante el ensamblaje a cola de milano.

Tradicionalmente usado en los países orientales, en la actualidad su elaboración se mecaniza mediante el utillaje apropiado (cuchillas, fresas).

Acoplando rebajes a corte de inglete, permite el perfecto ensamblaje de la madera en ángulo que tenga molduras, galces o ranuras. Es muy usado en carpintería de taller y en ebanistería *(figura 203 d)*.

ENSAMBLE A ESPIGA EN BARRAS

He aquí un ejemplo de dos maderas empalmadas y a la vez entrecruzadas con un pie derecho, utilizando ensambles a caja y espiga que se cruzan en el interior de la caja realizada en el pilar de sustentación.

Las llaves que inmovilizan el empalme podrán ser sustituidas por tornillos o clavijas. Si el ajuste es correcto, este ensamble responde perfectamente a los esfuerzos de tracción, compresión y torsión *(figura 203 e)*.

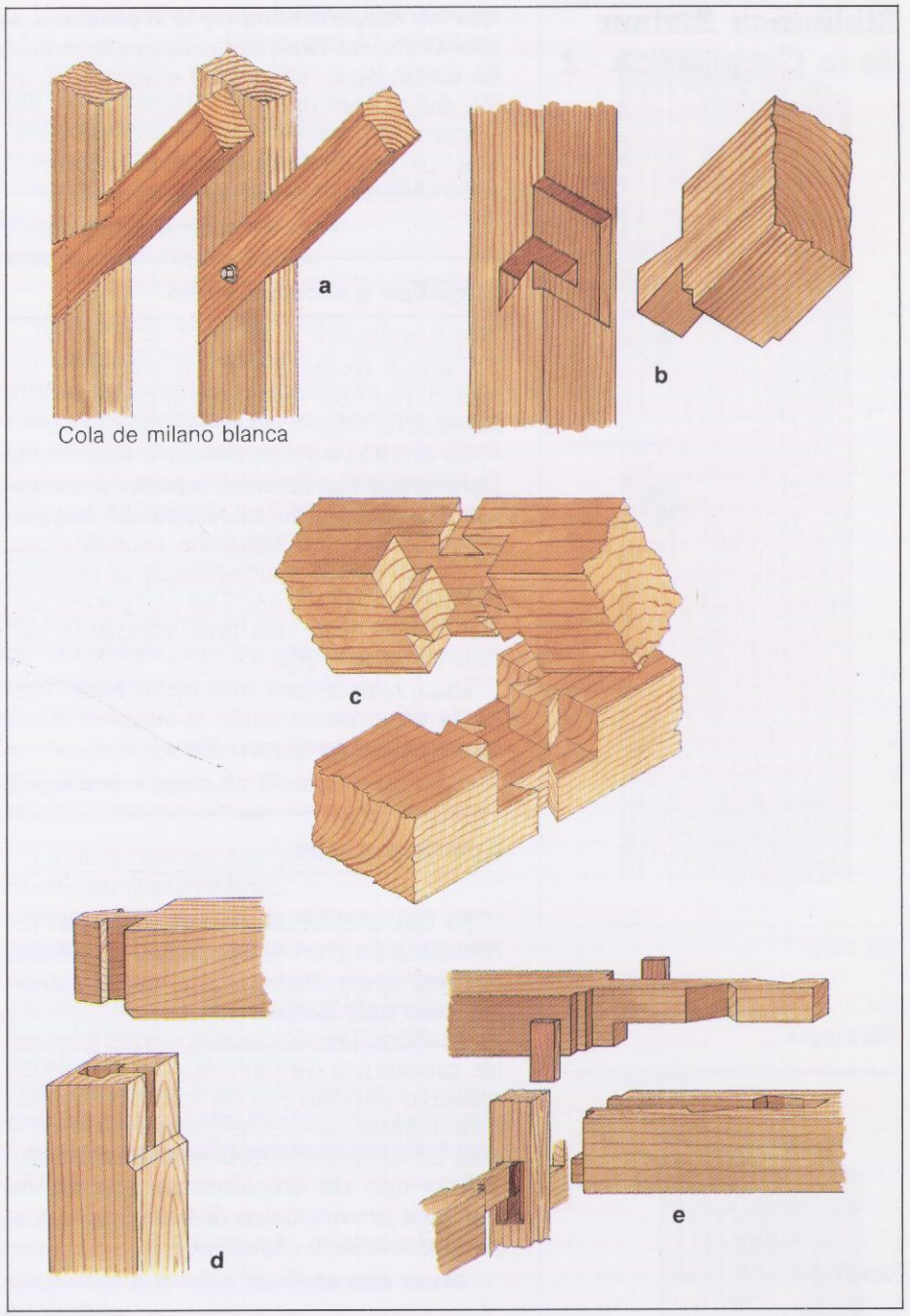


Figura 203

EMPALMES

Los ensambles realizados en la madera para prolongarla en su sentido longitudinal reciben el nombre de empalmes. Estos tipos de unión se utilizan con más frecuencia en carpintería de armar, para la construcción de pies derechos o en piezas colocadas horizontalmente. Por lo tanto, se tendrá en cuenta al seleccionar un empalme si los maderos empalmados trabajarán de cara o de canto, vertical u horizontalmente, ya que su comportamiento será diferente según los esfuerzos que tenga que soportar, sean de tracción o de compresión.

En ebanistería se utilizan poco los empalmes debido a las limitadas dimensiones de los muebles y a que la madera que proporcionan los árboles cubre perfectamente estas dimensiones. En el caso de muebles o elementos decorativos de mayores dimensiones, se utilizan piezas desmontables que van unidas mediante tornillos de anclaje.

No ocurre así en la carpintería de armar, donde se precisa madera de gran longitud. A pesar de utilizarse las especies forestales que proporcionan más longitud aprovechable (las coníferas, diversos tipos de pinos, abetos, etc.), tiene la necesidad de unir la madera por sus testas para obtener una longitud superior,

que no tenga merma en la resistencia al uso al que va destinada. Por este motivo es corriente la utilización combinada de los diferentes tipos de empalmes y los elementos metálicos de sujeción (tornillos, pernos, bridas y placas metálicas) para obtener la máxima resistencia.

Empalme a escarpe o pito

Carece de resistencia a cualquier esfuerzo. Por este motivo es imprescindible sujetarlo a otras maderas o materiales.

Se emplea en carpintería y ebanistería para prolongar listones, tapetas y molduras, disminuyendo el riesgo de separación de las dos maderas empalmadas, motivado por la contracción y la tracción propias de la madera. Las dos piezas unidas se sujetan a una base mediante clavos, tornillos y cola.

Existen escarpes que están realizados en la cara, en el canto o también en la cara y el canto *(figura 204 a)*.

Empalme a tope

Se usa a esfuerzo de compresión. Todos estos empalmes se utilizan en sentido vertical (pies derechos) y son de construcción muy simple.

En secciones delgadas pueden presentar problemas de pandeo. Las placas de refuerzo pueden ser de madera o metálicas sujetas mediante clavos, tornillos y cola en el caso del refuerzo de madera.

Este tipo de empalme se emplea en puntales provisionales debido a su efecto poco decorativo *(figura 204 b)*.

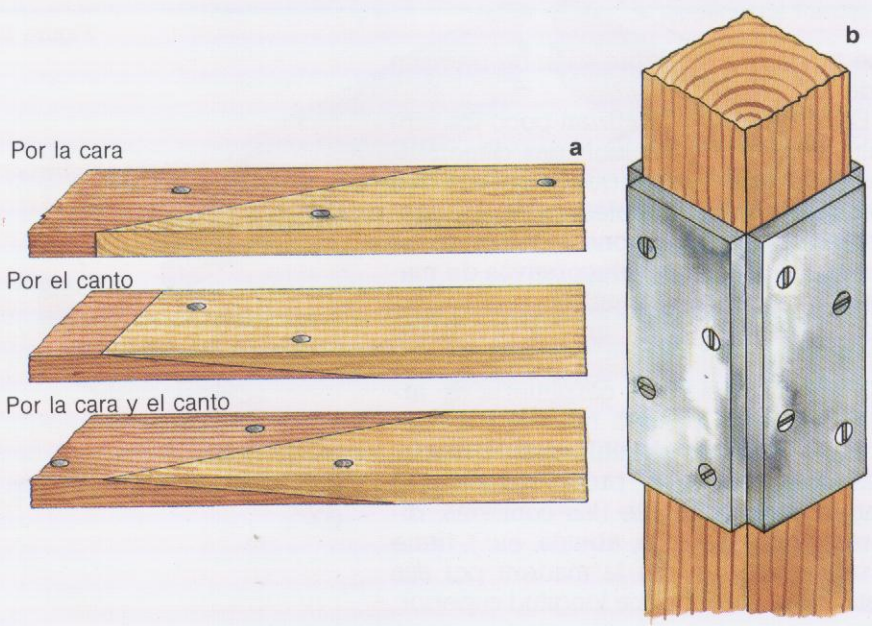


Figura 204

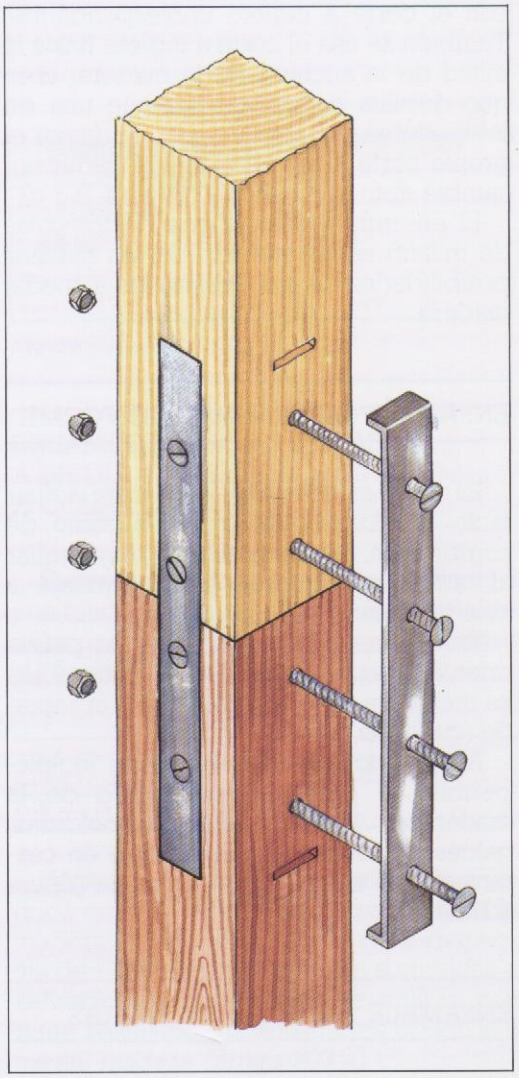


Figura 205

Empalme a tope con bridas

Se trata de uno de los mejores empalmes a tope. Podrán colocarse dos o cuatro bridas, según la resistencia que se desee. Las bridas estarán dobladas en los extremos, en forma de ángulo recto, y penetrarán en unas pequeñas cajas situadas en cada madera que haya que empalmar. Estas bridas se sujetarán de dos en dos mediante tornillos roscados. El buen resultado de este empalme dependerá en gran parte del grueso del hierro que se haya empleado en la fabricación de las bridas *(figura 205)*.

Empalme zunchado

En este caso se trata de aprovechar la facultad que tiene el hierro de disminuir de volumen debido a un rápido enfriamiento del mismo. Para ello se construye un anillo o cerco de hierro de unas di-

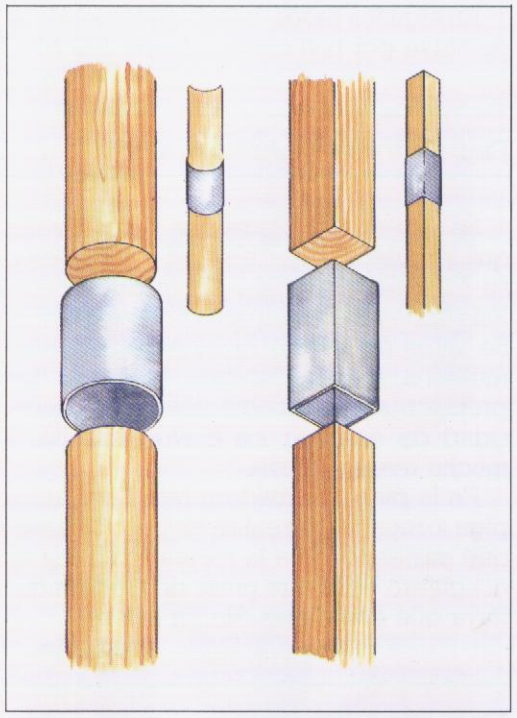


Figura 206

mensiones ligeramente inferiores a las de las maderas que haya que empalmar. Este anillo se calentará para aumentar su cabida interior y así permitir la colocación en su interior de las maderas.

Se provocará su rápido enfriamiento mediante la utilización de agua para devolver al anillo o cerco de hierro sus medidas iniciales, con el consiguiente apresamiento de las dos maderas empalmadas *(figura 206)*.

Empalme a media madera

En los empalmes a tope existe en algunos casos la posibilidad de deslizamiento de las dos superficies empalmadas. Este defecto queda subsanado al realizar un encaje a media madera.

Se rebaja la mitad de cada pieza que haya que empalmarse y se sobreponen las dos partes fijando la unión mediante tornillo o pernos.

Es un empalme útil a un esfuerzo de compresión, pero poco efectivo a un trabajo de flexión, sobre todo cuando las medias maderas son cortas *(figura 207)*.

Empalme a media madera con testa en sesgo

Perfeccionando el anterior, se alarga la media madera para que permita alojar dos o más tornillos o pernos. Las testas de las dos maderas se cortarán a bisel.

Como presiona en forma de cuña, no será muy aconsejable su uso en esfuerzos a compresión, sobre todo si el sesgo es muy pronunciado. Sí que es eficaz a una flexión lateral *(figura 208)*.

Empalme a media madera con falso corte invertido

Procurando mejorar el empalme a media madera, se consigue si el corte longitudinal se realiza ligeramente inclinado. Una vez sujetadas las piezas mediante los pernos, este empalme se comportará como una cola de milano, siendo por lo tanto apto para un trabajo a tracción.

Al tener las dos piezas tendencia a separarse en el sentido perpendicular, debido a la inclinación del corte, es preferible el empleo de fuertes bridas en vez de arandelas para los pernos de sujeción *(figura 209)*.

Empalme a pico de flauta

La unión de las dos piezas se hace mediante un corte oblicuo.

Este empalme no es aconsejable para esfuerzos de compresión, ya que las dos superficies oblicuas hacen de deslizante y trasladan toda la presión a las pequeñas superficies de testa y su forma de cuña puede agrietar la madera.

Se comporta excelentemente a esfuerzos laterales o de flexión. Se reforzará mediante tornillos pasantes y abrazaderas *(figura 210)*.

Empalme a media madera con corte quebrado

Es una variante perfeccionada del empalme a sesgo, ya que inmoviliza la madera por las dos caras, superando su comportamiento en un esfuerzo a compresión. En este empalme es imprescindible el uso de tornillos o clavijas de sujeción *(figura 211)*.

Empalme mediante clavijas

Es un empalme a compresión muy simple. Su rendimiento dependerá en buena parte del comportamiento de las clavijas. Es aconsejable que éstas sean de madera dura. Este tipo de empalme da mal resultado a un esfuerzo de pandeo o flexión.

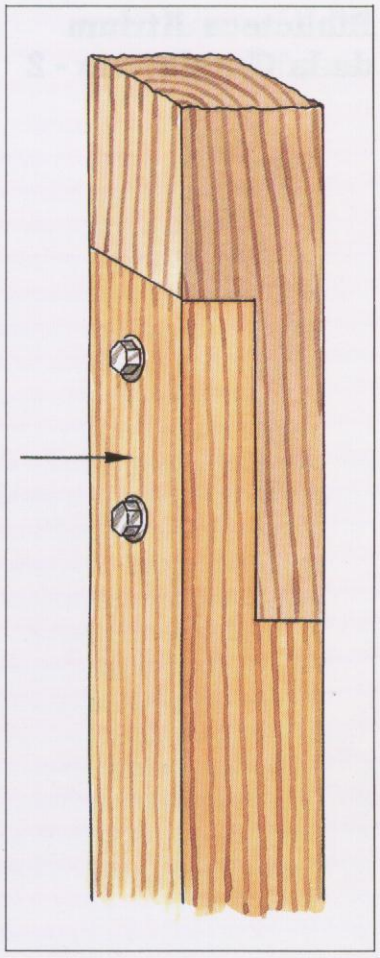
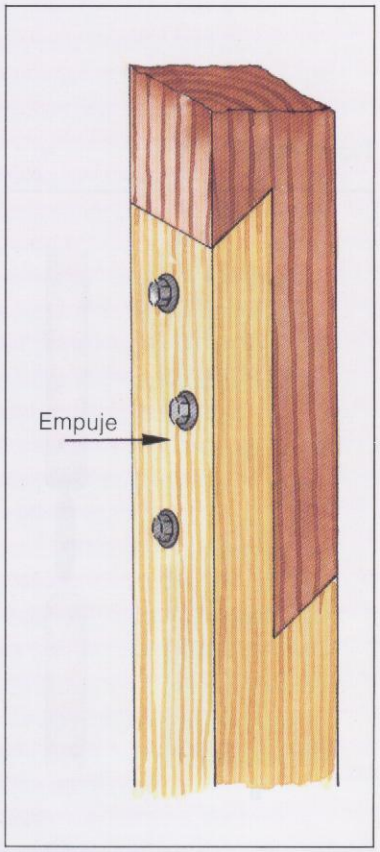


Figura 207

Figura 208



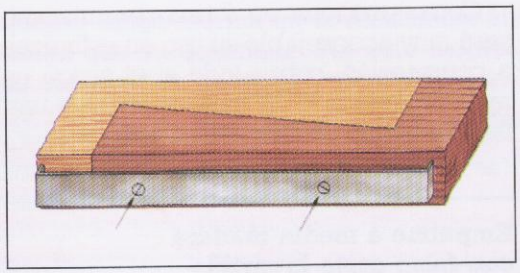
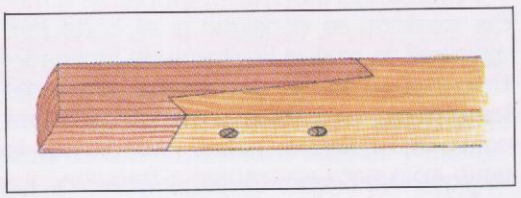


Figura 209

Figura 210



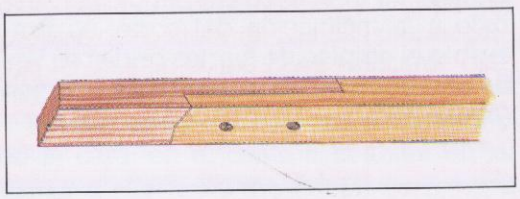
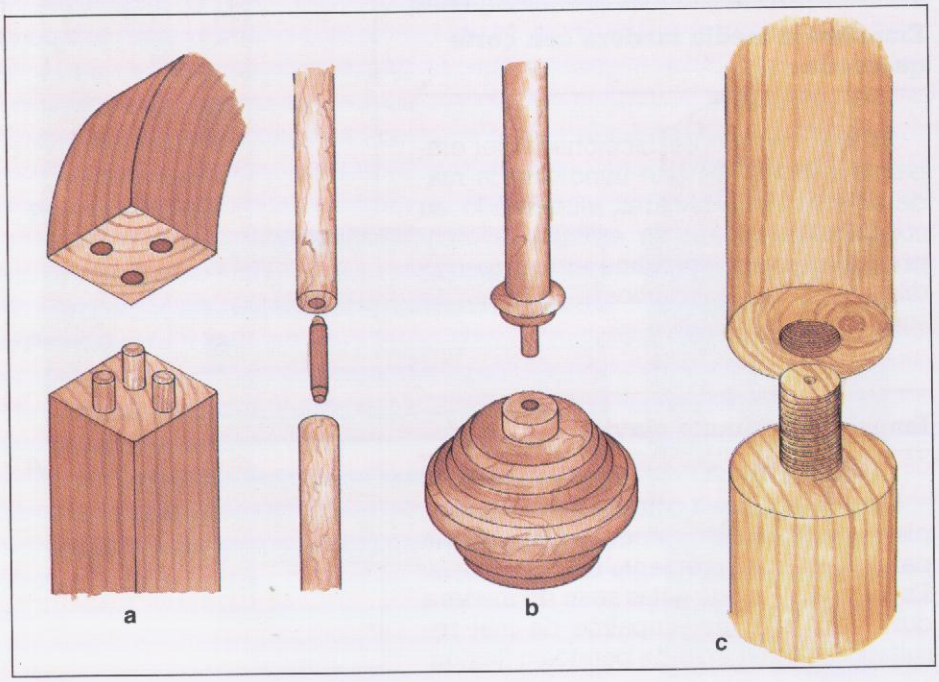


Figura 211

Se ha usado con preferencia en carpintería y ebanistería en la unión de pequeñas piezas *(figura 212 a)*.

Existe también el empalme de caja y espiga cilíndrica única, realizada mediante el torno en una de las piezas que hay que unir. En el extremo de la otra pieza se taladra un agujero del mismo diámetro permitiendo una perfecta unión mediante su encolado. Usado en trabajos finos de sillería y ebanistería, permite reducir al máximo el grueso de las maderas empalmadas con la junta más discreta posible.

Figura 212



En algunos casos, la espiga torneada se sustituye por una clavija *(figura 212 b)*.

Empalme con espiga roscada

Se usa en los elementos empalmados que requieran una facilidad y rapidez en su montaje y también en su desarmado. Este sistema es muy práctico y efectivo. Se utiliza en la construcción de pequeños muebles, mesas, estantes, etcétera, que precisen ser desmontables, sin la necesidad de emplear los clavos, tornillos y mucho menos la cola.

En la pieza de madera que lleve la espiga torneada, se realiza un paso de rosca que corresponde a la tuerca realizada en el agujero de la otra pieza de madera que haya que empalmar *(figura 212 c)*.

Empalme a horquilla

El grueso del corte oscilará alrededor de 1/3 del grueso de la madera. Es un empalme más resistente que la media madera, y se reforzará con clavijas pasantes, tornillos, puntas y cola *(figura 213 a)*.

Se usa también en carpintería de taller y ebanistería para la prolongación de pequeñas piezas. Si las secciones son de gran tamaño, se aumentará el número de espigas dando lugar a los empalmes a doble espiga *(figura 213 b)*.

Empalme a horquilla con testa en sesgo

Con el empalme a horquilla se da una mayor resistencia a la flexión lateral *(figura 213 c)*.

Empalme de espiga postiza

Variante que podrá utilizarse en todos los tipos de empalmes a horquilla y consiste en efectuar las cajas en los extremos de las dos maderas que haya que empalmar. Se podrán utilizar los elementos comunes para sujetar la espiga postiza (cola, tornillo, etc.)

La profundidad de las cajas podrá variar según la función a que se destine la pieza empalmada. Para actuar a compresión, la caja podrá tener poca profundidad. Trabajando a flexión, es aconsejable una mayor profundidad de espiga postiza *(figura 214 a)*.

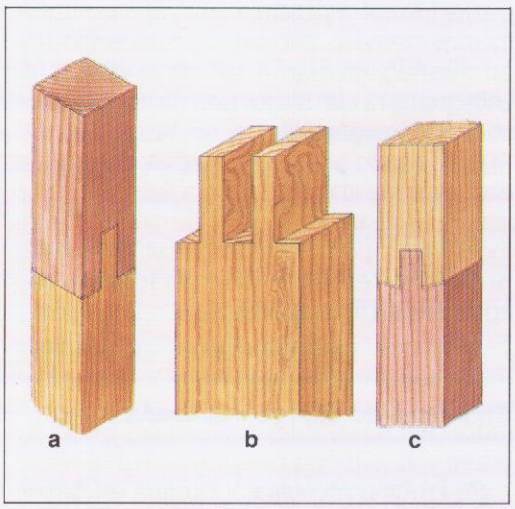


Figura 213

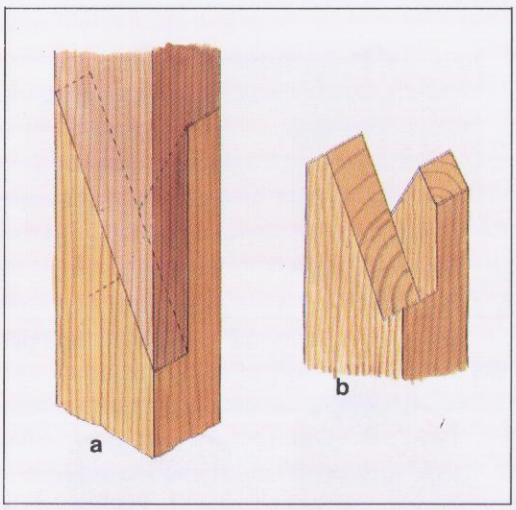


Figura 215

Figura 214

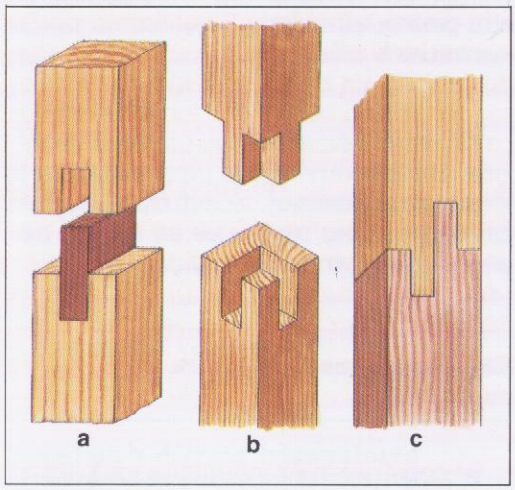
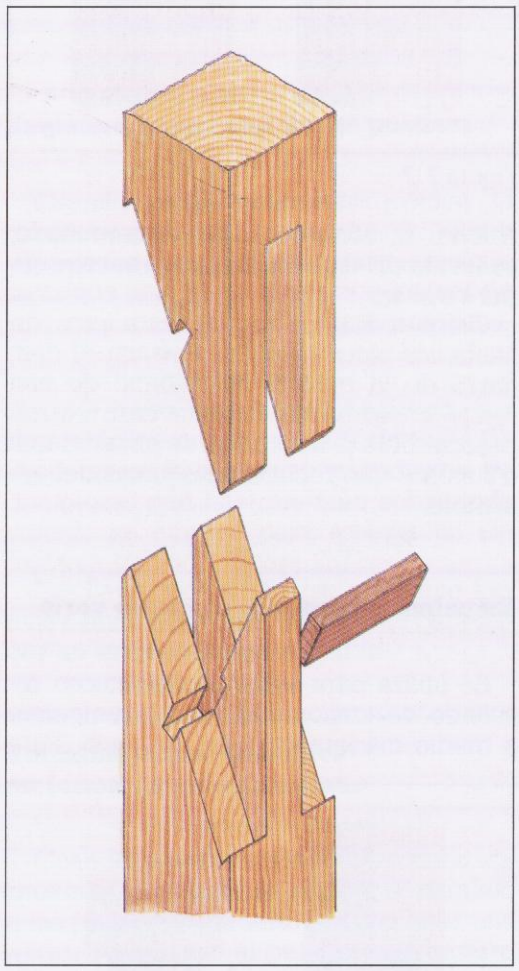


Figura 216



Empalme de espiga a escuadra

La espiga adquiere forma de escuadra y se ajusta a una caja o mortaja de la misma sección ejecutada en la otra pieza de madera *(figura 214 b)*.

Empalme con espigas alternas

En este tipo de empalme a horquilla, se aumenta la superficie de contacto entre las dos piezas que hay que unir. Su unión mediante la cola dará un buen resultado. Puede reforzarse mediante tornillos y abrazaderas *(figura 214 c)*.

Empalme a media madera alterna

Se emplea con un resultado satisfactorio en piezas de grandes secciones. A más inclinación del corte tendrá más efectividad. Una abrazadera, collar o zuncho que recubra la junta ayudará a mejorar el empalme *(figura 215 a)*.

Empalme a media madera en pico de flauta

Es similar al anterior. La construcción de este empalme es sumamente laboriosa debido a la formación de los picos; para su realización se utiliza el formón y el se-

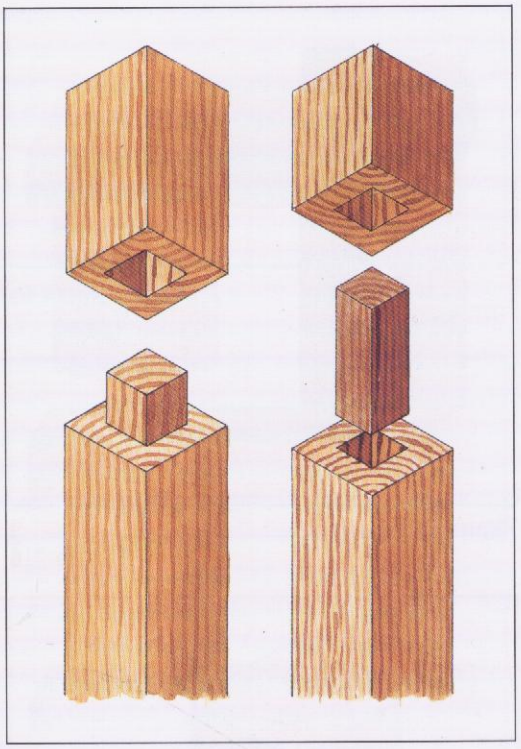


Figura 217

rrucho. El conjunto, una vez terminado, presenta un aspecto de gran atractivo *(figura 215 b)*.

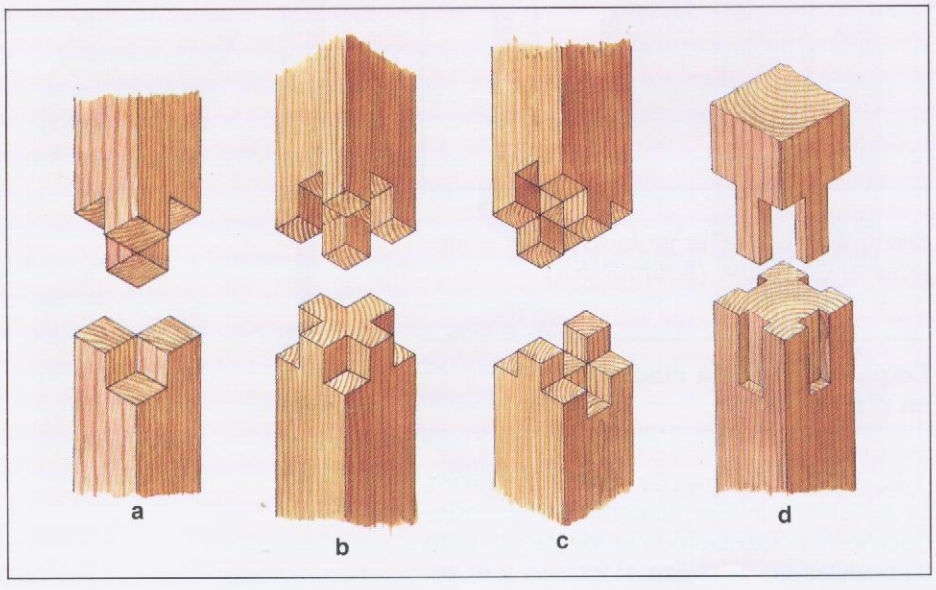
Como todos los empalmes a pico de flauta, los picos pueden provocar el desgarro de la madera por efecto de una fuerte compresión. En este caso es imprescindible la utilización de abrazaderas o zunchos que recubran las juntas del ensamble.

Empalme a horquilla con falso corte

Se utiliza para evitar el defectuoso resultado de torsión dado por el empalme a media madera en pico de flauta. Para perfeccionar este empalme, se aumenta a tres el número de patas, colocando una en sentido inverso a las otras dos, y de esta manera se inmoviliza la unión en el sentido de rotación.

Colocando una llave en el centro del empalme se consigue dar a éste cierta resistencia a un esfuerzo de tracción. En todo caso, para este uso exclusivo será preferible escoger otro empalme más apropiado *(figura 216)*.

Figura 218



Empalme de espiga cuadrada

Se efectúa una caja o mortaja en la testa de una de las piezas de madera. En la otra madera se cortará una espiga cuadrada que se corresponda con la mortaja de la otra pieza de madera. Se utiliza en piezas sometidas a esfuerzos de compresión, dando también un buen resultado a un esfuerzo de torsión. Caso de tener la espiga corta, será deficiente a un esfuerzo de flexión. En una variante de este empalme, la espiga será postiza y se introduce en unas cajas cuadradas realizadas en las dos maderas que haya que unir *(figura 217)*.

Empalme a media madera en cuarteles

Se construyen exactamente igual en las dos testas de las piezas que hay que unir, dos cajas y dos rebajes que se acoplan a la perfección al unirse, empleándose con preferencia en secciones cuadradas. Como casi todos los empalmes a media madera, es apto a la compresión y también responde a la torsión *(figura 218 a)*.

Empalme con dientes en cruz

Como indica su nombre, tanto las cajas como las espigas forman una cruz; por este motivo se usa con preferencia en secciones cuadradas. Cuando este empalme tiene la sección adecuada, puede soportar grandes pesos, respondiendo muy bien a un esfuerzo de torsión. Como todos los empalmes de este tipo, se puede reforzar mediante zunchos, abrazaderas, bridas y tornillos *(figura 218 b)*.

Empalme de doble horquilla cuadrada

Empalme muy laborioso de efectuar, por la imposibilidad de realizar mecáni-

camente el trabajo debido a los diferentes niveles de profundidad de las cajas, lo cual obliga su realización manual mediante el serrucho y los formones o escoplos.

El ensamble de las dos piezas tiene la misma forma. Bastará dar un giro de 90° para que encajen una dentro de la otra. Tiene las mismas propiedades que el empalme anterior *(figura 218 c)*.

Empalme de cuatro espigas

A pesar de nuestro interés en hacer un trabajo lo más completo posible, nos sería imposible llegar a todas las soluciones que la imaginación de los carpinteros ha ideado, realizando estos ensambles curiosos y prácticos a la vez.

Sirva como ejemplo de empalme de gran vistosidad el que puede observarse en la *figura 218 d*.

Empalme escalonado

Para ensamblar las dos piezas se cortan exactamente igual, pudiendo variar, según convenga, el número de peldaños que haya que realizar.

Empalme a dientes triangulares

Mediante un buen ajuste y utilizando las colas apropiadas, da un excelente resultado a los esfuerzos de flexión.

Por la forma triangular de los dientes, hay que tomar precauciones para utilizarlo a compresión, a no ser que se refuerce mediante zunchos, abrazaderas o bridas. Es muy utilizado en las construcciones de madera laminada *(figura 219)*.

Empalme a doble pico de flauta cortado en diagonal

En este tipo de ensambles, en los que se utilizan secciones cuadradas, se obtiene un buen resultado a los esfuerzos laterales y a torsión, pero no ocurre así a los esfuerzos en sentido longitudinal sea a compresión (en la cual una de las maderas tenderá a rajarse por la forma de cuña de la otra madera), o a tracción (donde no encuentra ningún elemento que impida su separación).

Este empalme se utiliza, en general, para elementos en los que es necesario impedir su torsión *(figura 220)*.

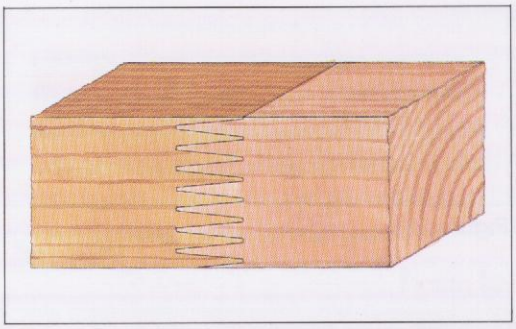
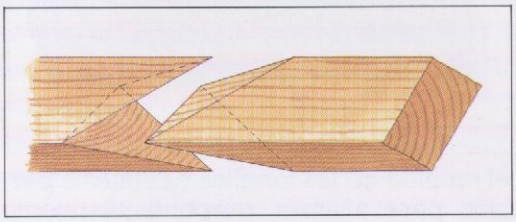


Figura 219

Figura 220



Empalme a tope con llaves postizas

Cuando es necesario aprovechar la máxima longitud de la madera, se utilizan unas llaves que fijan los dos largueros que haya que unir. Estas llaves pueden ser de la misma madera que la pieza empalmada o de madera más dura, según la función que tengan que desarrollar, pues en algunos casos unas llaves de madera muy dura pueden perjudicar la resistencia de los resaltes de las cajas realizados en las dos piezas que hay que unir, sobre todo cuando se emplea para realizar un esfuerzo a tracción *(figura 221)*.

Las llaves podrán fijarse mediante tornillos, encoladas o dejarlas libres para hacer un ensamble desmontable.

Empalme a tope con llave en forma de cola de milano

Cuando se utiliza la cola de milano, se prolonga su cabeza en el sentido paralelo a las piezas de madera para obtener una mayor resistencia al peligro de desgarro de las fibras de la madera ante un esfuerzo de tracción. En este caso se añaden unas pequeñas cajas y espigas por la cara opuesta al lazo, para evitar su torsión *(figura 222)*.

Empalme de cepos

Es una posible solución para empalmar las cuatro piezas mediante una llave. Este empalme sería imposible de realizar sin

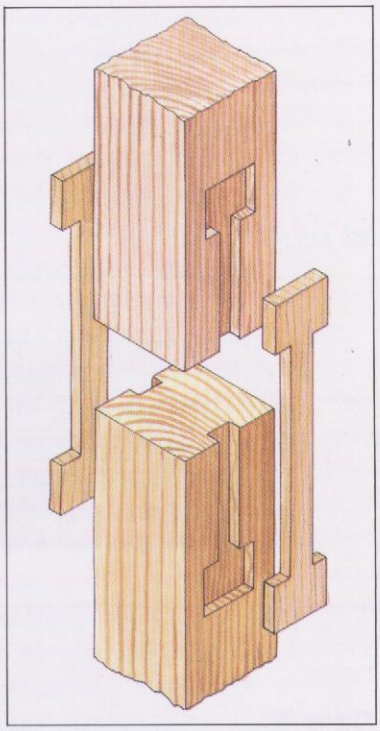
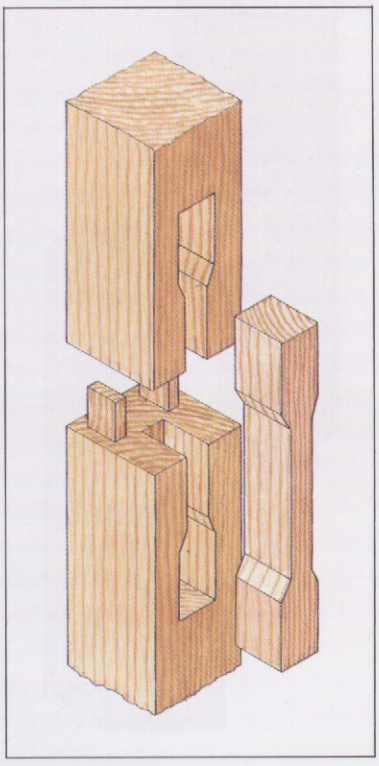


Figura 221

Figura 222



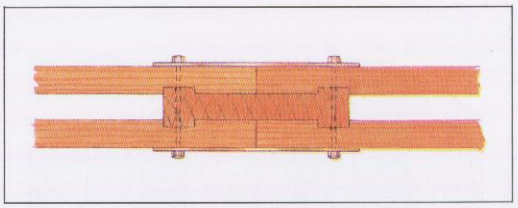


Figura 223

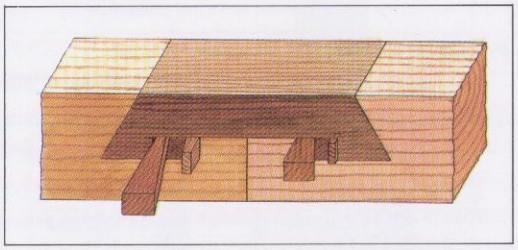


Figura 224

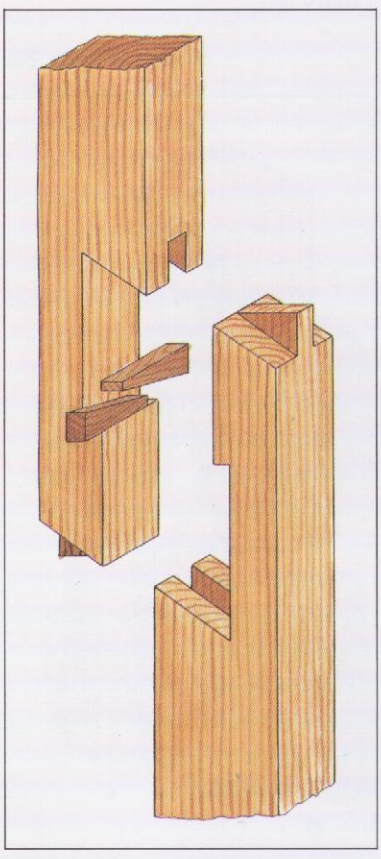
el empleo de los tornillos pasantes o pernios para afianzar perpendicularmente las piezas unidas *(figura 223)*.

Empalme de llave con cuñas de presión

En el caso de la *figura 224*, una tercera pieza hace de unión al ser presionada mediante cuñas, haciendo innecesaria la colocación de pernos para evitar la separación de las dos piezas.

Esta unión es apropiada para recibir los esfuerzos de tracción y compresión, teniendo presente que es deficitaria a la flexión o pandeo.

Figura 225



Empalme a media madera con resalto y cajas y espigas

Es el clásico ensamble en el que el perfil de las piezas es igual y se encajan perfectamente al ser presionadas por las cuñas de madera dura. Es un empalme apto para actuar tanto a compresión como a tracción, dando un buen resultado a esfuerzos de torsión y flexión *(figura 225)*.

Empalme a media madera y a cola de milano

El hecho de usar la cola de milano ya indica que su función será la de impedir la separación de las piezas mediante un esfuerzo de tracción.

Su buen resultado dependerá de la resistencia que oponga la inclinación de las colas de milano a un posible resquebrajamiento de la madera. Los pernios reforzarán el ensamble *(figura 226)*.

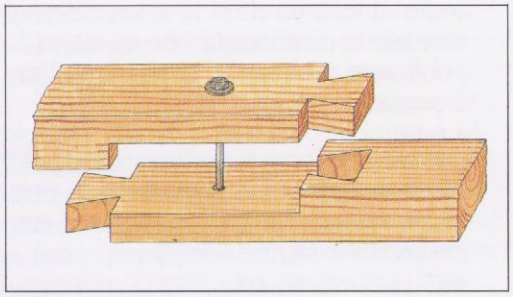


Figura 226

Empalme a doble cola de milano

Para realizar este empalme es imprescindible utilizar una sección cuadrada. Consiste en hacer dos espigas paralelas en sentido diagonal a las caras de las piezas que haya que unir. Una vez ensamblado da la impresión visual de un ensamble imposible de penetrar, al marcarse una cola de milano en cada cara de la madera.

Se trata de un empalme curioso que requiere la habilidad del carpintero en su ejecución y que lógicamente tiene su utilidad en trabajos donde se requiera un esfuerzo de tracción *(figura 227)*.

Empalme en diente de perro con cuñas

Los ensambles en diente de perro son unas pequeñas cajas y espigas realizadas en las testas que hay que empalmar. El uso de las cuñas de presión se limita a las ocasiones en las que el empalme sea desmontable, en cuyo caso el resultado de empalme dependerá del comportamiento de éstos a un aplastamiento de las fibras de la madera en su sentido longitudinal, al ser aprisionadas por las testas de las maderas empalmadas. Por este motivo se utilizan cuñas de madera dura.

Este empalme se emplea sin cuñas para ir encolado o sujeto mediante pernos, tornillos y bridas *(figura 228)*.

Empalme en diente de perro con cuñas y testas biseladas

Este empalme es muy parecido al rayo de Júpiter con todas sus ventajas e inconvenientes. Las testas biseladas e inclinadas lo inmovilizan e imposibilitan su separación lateral. El resultado de este ensamble dependerá en buena parte del buen comportamiento de las cuñas de su-

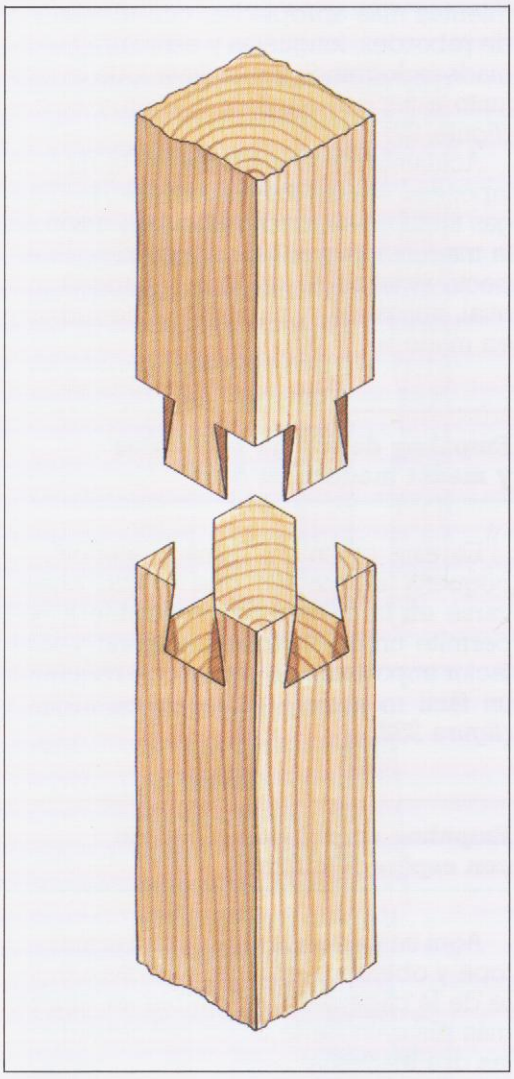


Figura 227

jeción, pues un aflojamiento de su presión desarmaría el ensamble *(figura 229)*.

Empalme en diente de perro con lengüeta y ranura

Si a un empalme a media madera se le realiza una ranura y un resalto en ambas testas, conseguiremos evitar la separación lateral de las maderas empalmadas. Si a lo anterior añadimos una ligera inclinación del corte central, que lo asegure contra los desplazamientos verticales, lograremos un ensamble muy compensado.

Como en casi todos los ensambles orientales, la unión se sujeta mediante cuñas de madera dura, colocadas en sentido transversal, que en la versión europea son sustituidas por pernios o tornillos.

Este empalme se utiliza en la construcción de traviesas, bastidores y carreras *(figura 230)*.

Para el trazado de la pendiente del ensamble se emplea una escuadra de 15 milímetros de ancho.

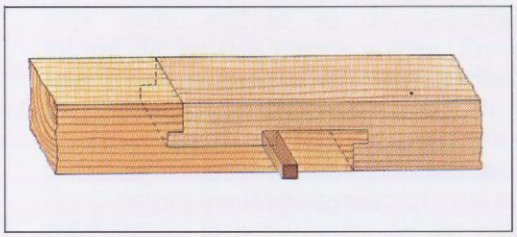


Figura 228

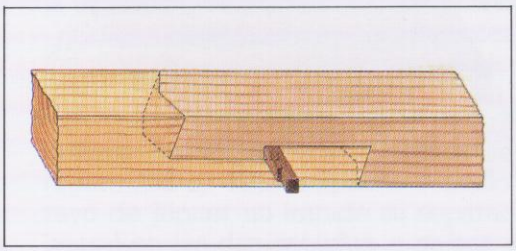


Figura 229

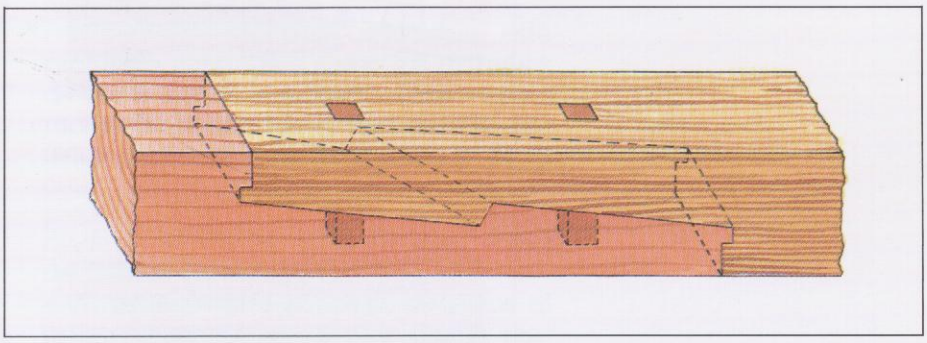


Figura 230

Empalme mediante espiga falciforme

Se usa desde muy antiguo en los países asiáticos, sobre todo en Japón, con unas funciones similares a la cola de milano.

En una de las maderas que hay que unir se realiza mediante una espiga alargada, en cuyo extremo se construye una cola de milano invertida, que se corresponderá con un encaje del mismo dibujo realizado en la otra pieza de madera que haya que empalmar *(figura 231 a)*.

Es un ensamble muy apto para actuar a un esfuerzo de tracción, si bien se comporta bastante correctamente ante la compresión, al no tener terminaciones en forma de cuña en su estructura que puedan desgarrar la madera.

Para su correcta construcción, la longitud de la espiga debe ser aproximadamente el doble de la anchura de la madera donde se aloja. La inclinación de la espiga se obtiene mediante una regla de 15 mm de ancho, como muestra la *figura 231 b* y *c*.

El ensamble con la espiga falciforme, sencilla o simple, es el sistema antiguo más utilizado, que fue perfeccionado con el tiempo junto con el empleo de herra-

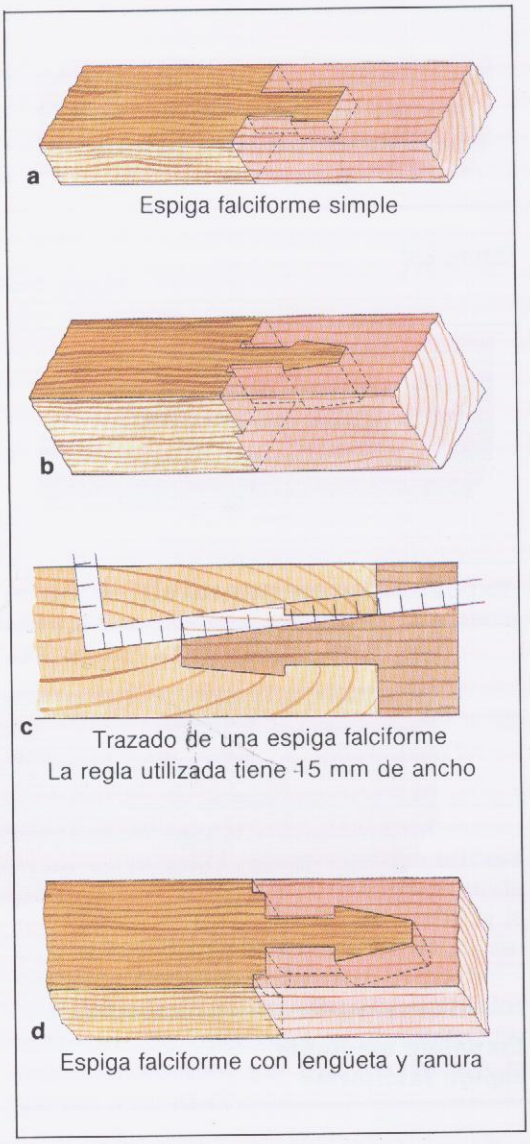


Figura 231

Figura 232

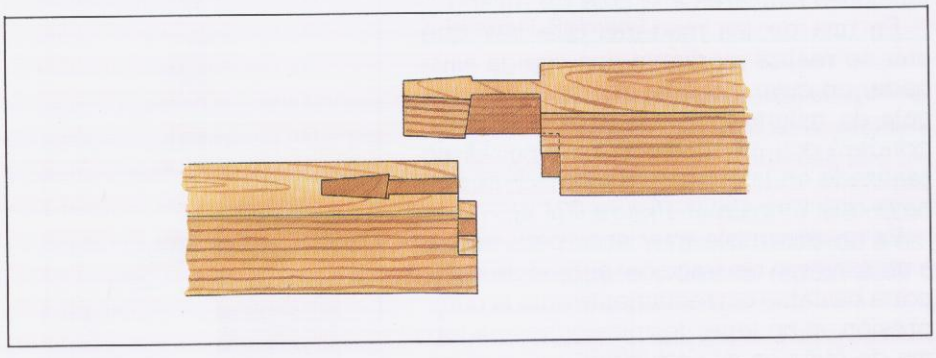
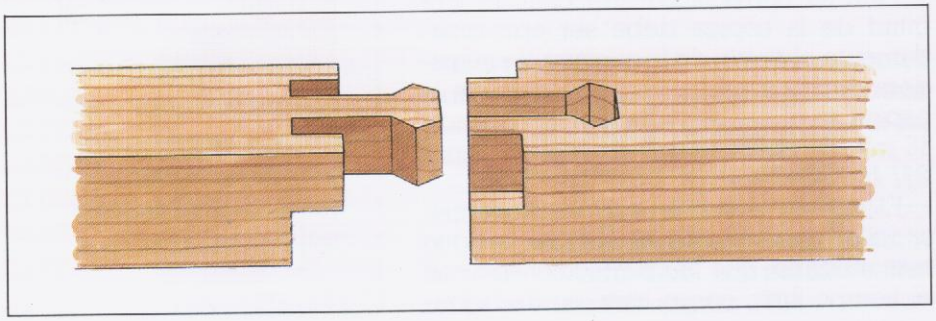


Figura 233



mientas más apropiadas, con el añadido de rebordes, lengüetas y espigas a media madera, logrando inmovilizar todo el conjunto a los esfuerzos de torsión y flexión *(figura 231 d)*.

Actualmente la industria de la madera japonesa realiza los ensambles de espigas facilformes mediante la utilización de la maquinaria y utillaje adecuados. El aspecto externo es el de un acabado manual, utilizándose en multitud de trabajos en madera.

Empalme de espiga falciforme y media madera en cruz

En este empalme llama la atención la pequeña inclinación que puede observarse en la cabeza del ensamble y que permite un montaje más holgado y fácil, factor importante en piezas que requieran un fácil montaje y posterior desarmado *(figura 232)*.

Empalme combinado a inglete con espiga falciforme

Aquí se pretende disminuir las juntas a tope y obtener mediante el corte a inglete de la cabeza del ensamble un aspecto más discreto de la unión del veteado de las dos maderas.

Se emplea en trabajos de calidad, en uniones de molduras en maderas exteriores o interiores *(figura 233)*.

Empalme a doble espiga falciforme

La tradición japonesa de hacer desmontables las edificaciones, templos y relicarios ha dado origen a un número considerable de distintos ensambles que permiten un rápido recambio de las piezas que estén atacadas por la pudrición y a la vez permite un posible traslado de toda la edificación.

Para el empalme a doble espiga falciforme se utiliza la misma técnica que la empleada en la construcción de la cola de milano por las cuatro caras.

Los encajes se realizan en sentido diagonal a dos aristas, siendo posible la penetración sólo en este sentido. Se aplican llaves de fijación para inmovilizar el empalme en sentido diagonal.

Una vez que se ha ensamblado el empalme da la sensación de imposibilidad de penetración de las dos piezas unidas *(figura 234)*.

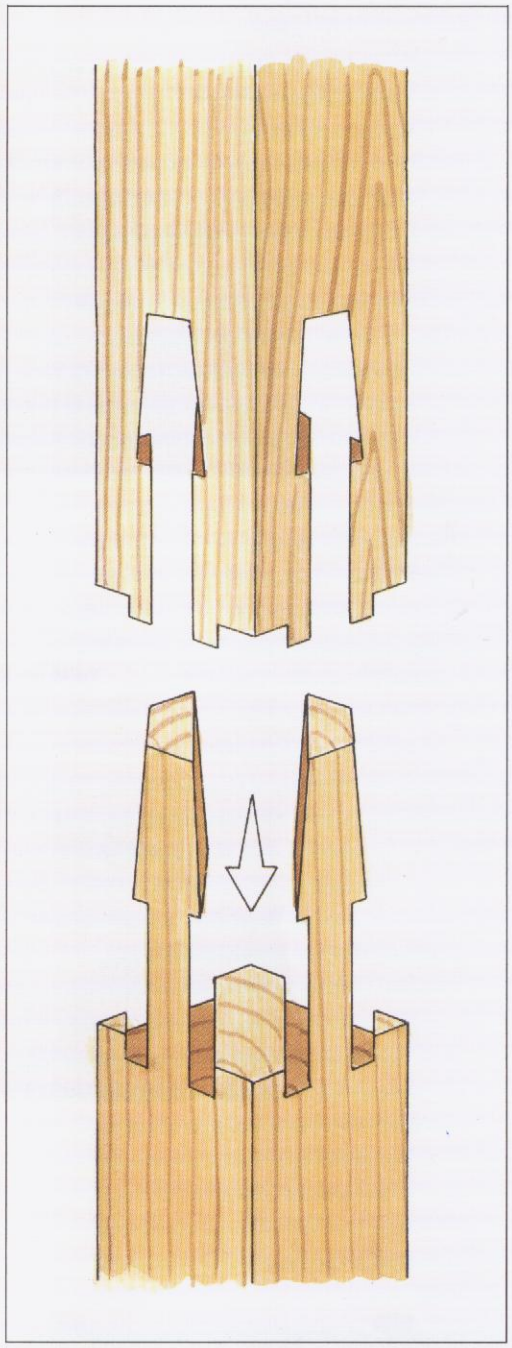


Figura 234

Empalme en rayo de Júpiter

En este apartado tratamos uno de los empalmes más mencionados en los trabajos en los que se requiera una prolongación de la madera que soporte una fuerza de tracción que tienda a separarla.

En la mayoría de los ensambles en rayo de Júpiter se repite el mismo dibujo en las dos piezas que hay que empalmar, lo que facilita su realización. Este empalme deriva de un simple corte a media madera oblicuo *(figura 235 a)*, que lógicamente no sería apto para actuar ante un esfuerzo de tracción que produciría su rápida separación en su sentido longitudinal, y además nada impide el desplazamiento lateral de las dos piezas unidas. En este último caso se puede solucionar fácilmente, realizando un empalme a media madera oblicua con cajas y espigas en los extremos *(figura 235 b)*, que impiden su desplazamiento lateral; no ocurre así en lo referente a la separación de las piezas debida a un esfuerzo de tracción, a no ser que se sujete este ensamblaje mediante la utilización de pernios, bridas o clavijas.

Estos problemas de desplazamientos longitudinales pueden solucionarse en parte mediante la realización de un resalto hecho en el centro de la superficie oblicua que impide este desplazamiento *(figura 235 c)*. Este empalme sencillo en rayo de Júpiter no impide su separación lateral en los dos sentidos, a no ser que se utilicen elementos metálicos como pernios, bridas o zunchos.

Finalmente logramos solucionar este problema cortando a sesgo los extremos de corte inclinado e impidiendo la separación de las piezas en este sentido motivada por el pandeo de la madera. En el centro del ensamble se deja una abertura pasante, en la que se ajusta una llave de madera dura o en su lugar unas cuñas de fijación *(figura 235 d)*.

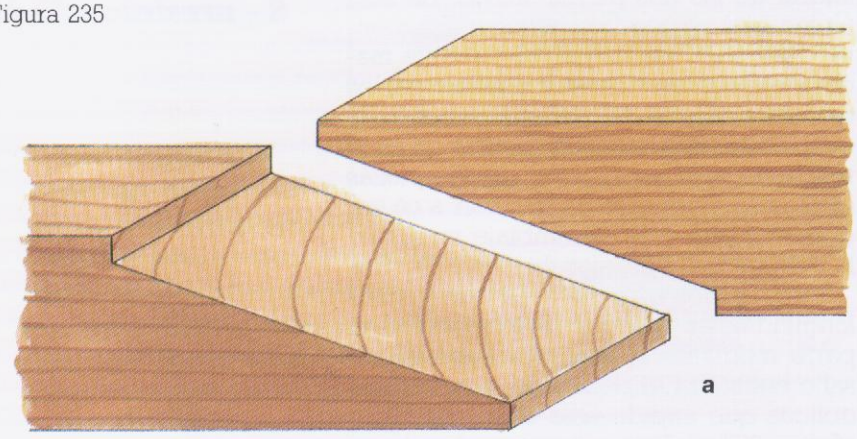
Al final de este proceso, llegamos al clásico empalme en rayo de Júpiter realizado y sujetado totalmente en madera dura o semidura (roble, cedro, ciprés, alerce), pues las maderas blandas propiciaban el resquebrajamiento o rotura de los puntos débiles formados por los triángulos A y B *(figura 235 e, f y g)*.

Por último se optó por el empleo de refuerzos metálicos (bridas, pernios) para asegurar estas deficiencias. De esta manera se emplea en la construcción de los tirantes y otros elementos de las cerchas de madera, utilizando para ello los diversos tipos de madera de pino, abeto *(figura 235 h)*. Este empalme, aunque pueda recibir esfuerzos de compresión de poca consideración, no es muy apropiado para este fin.

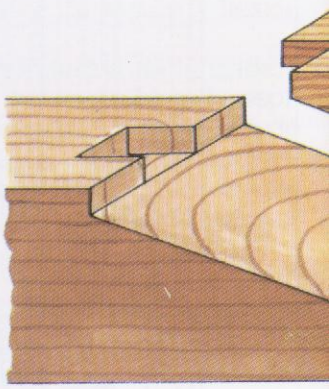
Empalme en rayo de Júpiter con redientes

En maderas de gran sección, este empalme aumenta su efectividad en soportar tanto los esfuerzos a tracción como a compresión. El número de redientes dependerá de la anchura de la madera. Se colocará un tornillo o pernio en cada centro de los planos inclinados y las bridas se harán sobresalir de la longitud total del empalme para colocar otros pernios en los extremos *(figura 235 i)*.

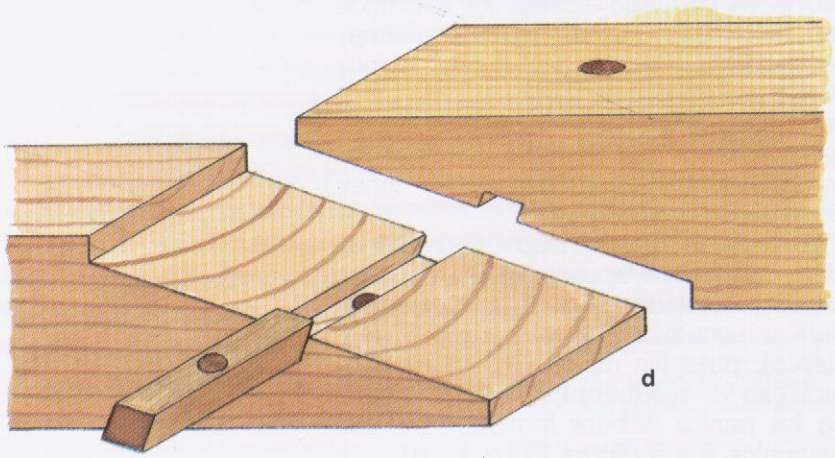
Figura 235



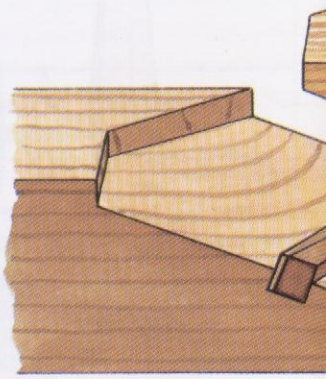
a

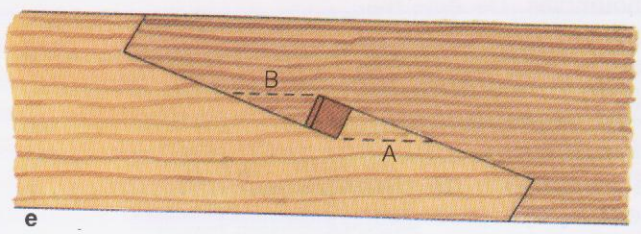


Variante del

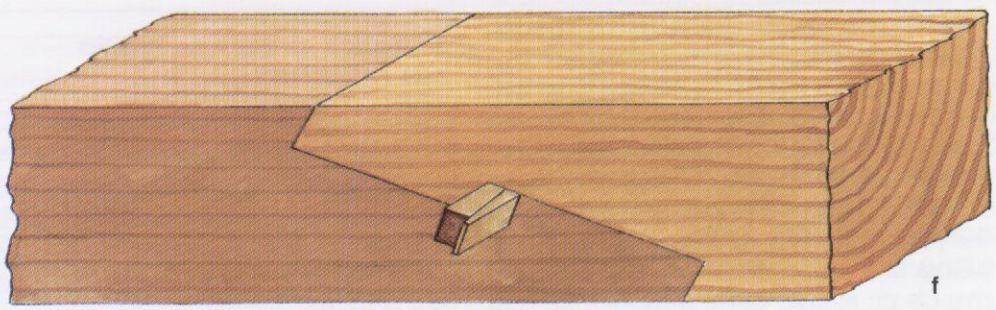


d

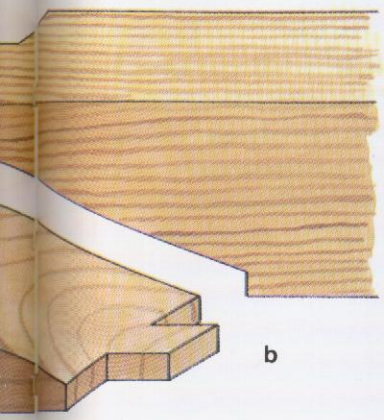




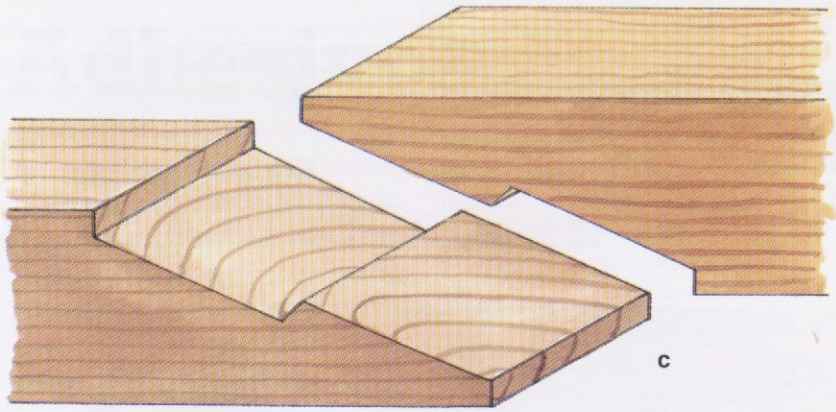
e



f

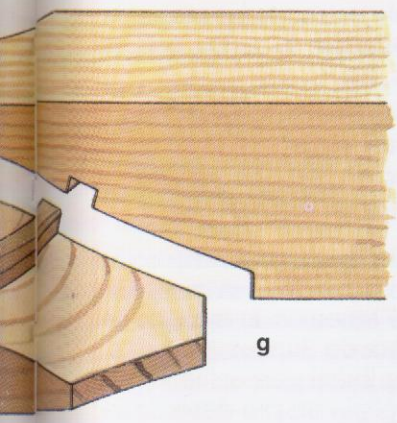


b

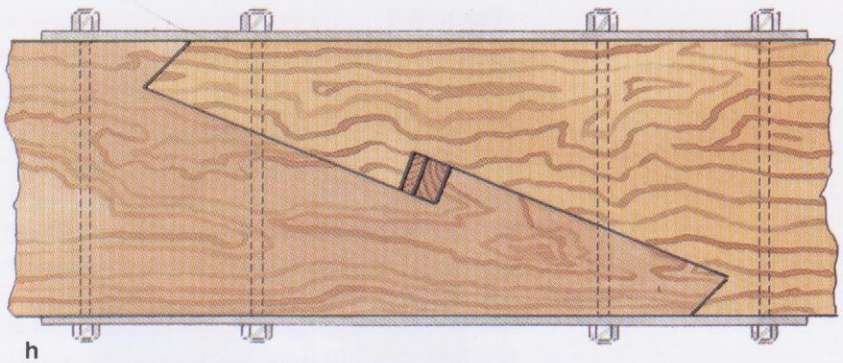


c

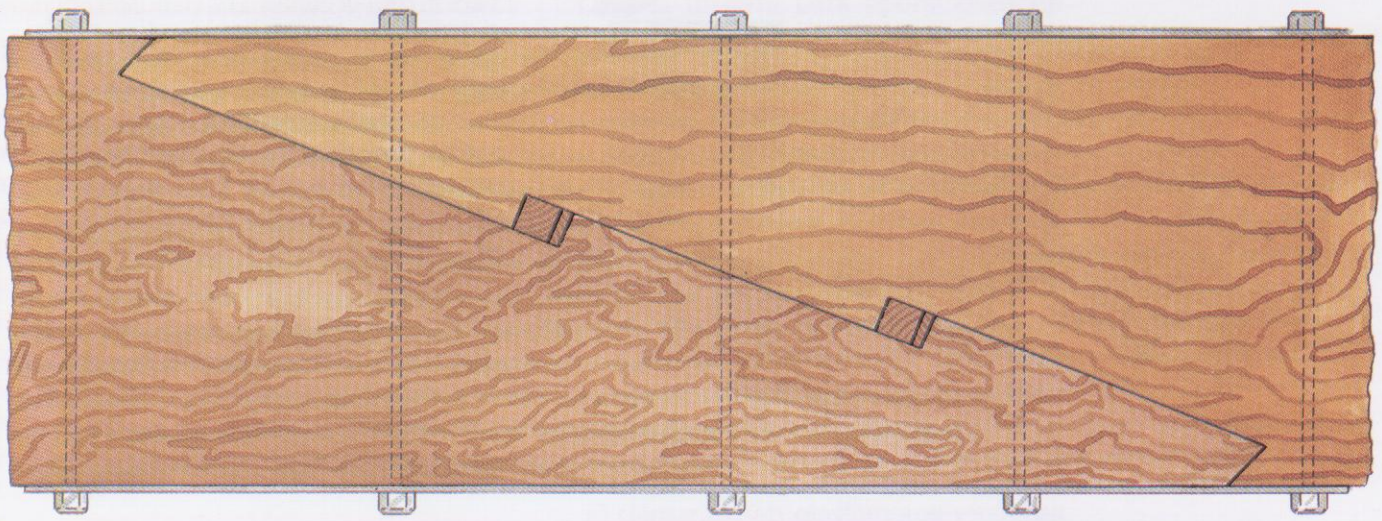
almeen rayo de Júpiter



g



h



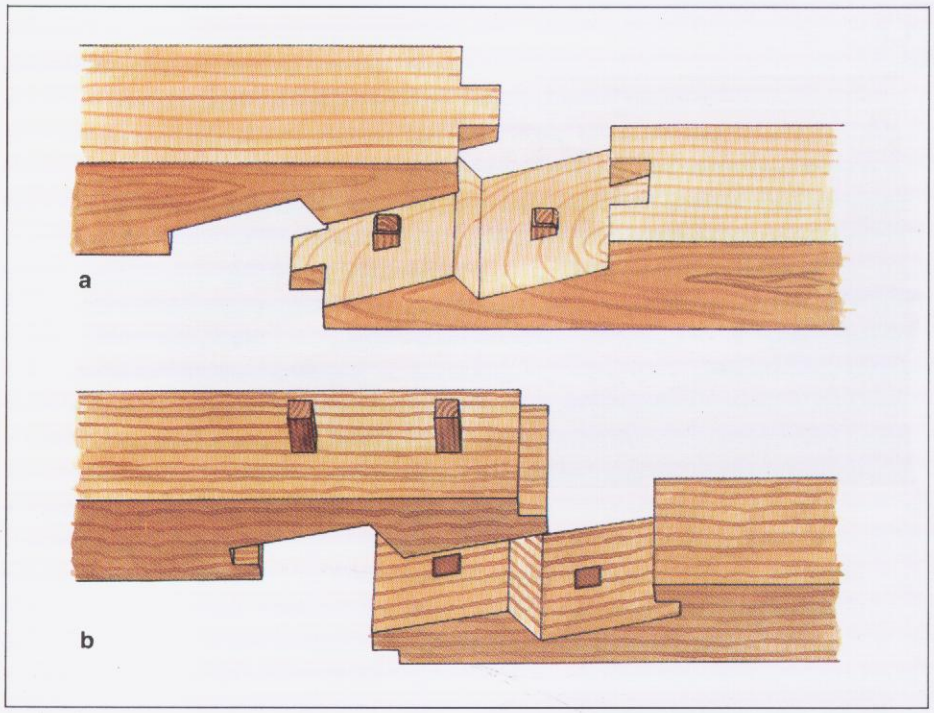
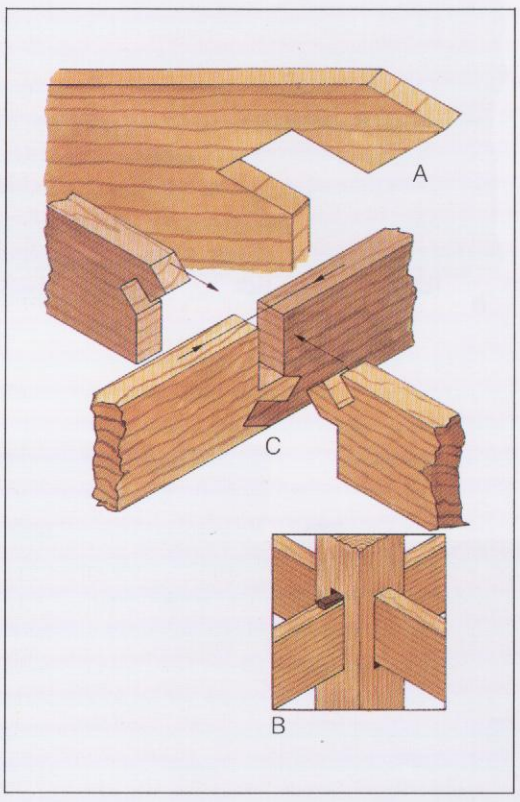


Figura 236

Figura 237



Empalme en rayo de Júpiter con cajas y espigas y llaves ocultas

La carpintería japonesa, siguiendo sus tradiciones y normas de no utilizar elementos metálicos en sus construcciones de madera, utiliza en algunos casos escálamos o pasadores ocultos en los empalmes en rayo de Júpiter que estén soportados por pilares o pies derechos.

En este caso las cajas y espigas evitan el desplazamiento lateral de las dos piezas *(figura 236 a)*.

Empalme en rayo de Júpiter con ranura y lengüeta fijado con llaves

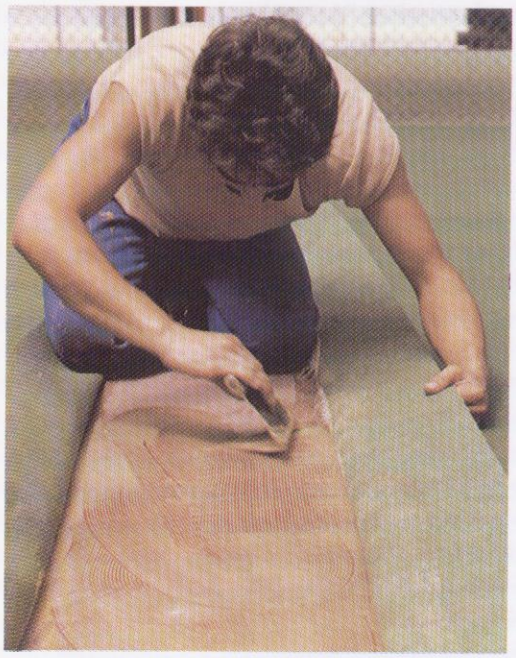
Aquí se sustituyen la caja y espiga por las ranuras y lengüetas. Este empalme sólo es practicable entrando las piezas de lado, fijando finalmente la unión con las llaves *(figura 236 b)*.

Diversas aplicaciones de empalmes en rayo de Júpiter en cruzamientos y travesaños

En la *figura 237* tenemos un ejemplo de empalme en rayo de Júpiter en cruzamiento y también lineal que actúa a tracción, al que se acopla un pie derecho ya sea ensamblado a horquilla o a horquilla en cruz.

Se utiliza un pie derecho en el que se realizan dos cajas pasantes entrecruzadas, ligeramente desplazadas en lo referente a su altura para permitir la colocación de las cuñas. Los ganchos oblicuos del rayo de Júpiter se acoplan muy bien en el interior de las cajas realizadas en el pie derecho que hace de zuncho, escondiendo prácticamente todo el empalme.

Nos encontramos en este caso ante un empalme que es apto para un esfuerzo de compresión y puede acompañarse de un pie derecho ya sea ensamblado a horquilla o a caja acuñada.



8 Adhesivos

El adhesivo es una sustancia que sirve para unir dos o varias superficies. La adhesión entre superficies se ha explicado durante años de diversas formas. Primero con la teoría física de la adhesión, que dice que el adhesivo penetra en las partes porosas o fibrosas de los soportes y, al secarse, fija de una manera mecánica un soporte con el otro. A través de varios estudios se comprobó que la teoría no era totalmente exacta, ya que al examinar el interior de los poros y la superficie de las fibras encoladas pudo verse que la cola, al secarse, no se contraía sobre sí misma, sino que quedaba adherida en la superficie del poro y de las fibras, con lo cual se demuestra que existe una atracción superficial no solamente física sino a nivel molecular, lo que dio lugar a la teoría de las fuerzas de Van der Vaals, o sea, la teoría que explica la unión de los átomos y las moléculas entre sí.

Existen dos tipos de fuerza de enlace: los primarios, entre 10 y 100 kcal/mol, y los secundarios, que están entre 2 y 4 kcal/mol. Estas segundas fuerzas son las que por lo general intervienen en una unión por adhesivos, naturalmente acompañada de varios factores modificadores que influyen sobre la eficacia de la unión.

PROCEDENCIA DE LOS ADHESIVOS

Los adhesivos pueden provenir de los tres reinos de la naturaleza, pero actualmente son muy usados los elastómeros y resinas sintéticas derivadas del petróleo.

Como adhesivos inorgánicos podemos citar el silicato de sosa, empleado durante mucho tiempo en contracolados de cartón. El azufre, por ejemplo, se utilizó fundido, según estudios recientes, para la fijación de vigas en el templo de Salomón. Del reino animal podemos citar la cola de gelatina y cola de huesos, que eran utilizadas en el antiguo Egipto y que se han encontrado en el pegado de los sarcófagos y otros objetos que han llegado hasta nuestros tiempos. Este tipo de cola se empleaba no hace muchos años en carpintería, y era llamada comúnmente cola de carpintero. También del reino animal y como derivado del mismo están las colas de caseína, usadas desde 1914 en el sector de la madera para operaciones de chapeado, fabricación de puertas, etcétera, siendo la primera que se empleó en la fabricación de vigas y jácenas de madera laminada.

El reino vegetal ha aportado a los adhesivos una gran variedad de primeras materias, como las que obtenemos de los árboles: caucho natural obtenido de la hevea, resinas de colofonía obtenidas del pino, almidones obtenidos del trigo y la tapioca, féculas de la patata, etcétera.

Elastómeros y resinas sintéticas

El desarrollo en elastómeros y resinas sintéticas ha puesto a nuestro alcance una gran cantidad de nuevas posibilidades para solucionar antiguos y nuevos problemas de unión. Las principales gamas de

productos orgánicos que actualmente son empleados, o pueden serlo, en la construcción de madera son:

DE TIPO ELASTÓMEROS

— Colas de policloropreno.
— Colas de SBR (Estireno-butadieno).
— Colas de poliuretano, en sus dos vertientes, o sea, reactivas por humedad y reactivas por isocianatos. En prefabricados se pueden emplear igualmente adhesivos, masillas o perfiles adaptables de caucho butilo o polinabutileno.

Estos adhesivos a base de elastómeros se aplican tanto en solución con disolventes como en dispersión con agua, por calor *hot-melt* y masillas.

RESINAS DE ACETATO DE POLIVINILO HOMOPOLÍMEROS Y COPOLÍMEROS

Estas resinas se presentan bajo forma de dispersión en agua con contenidos en sólidos alrededor del 50 % y con características diversas, con el fin de adaptarse a la mayor parte de aplicaciones de pegados de maderas, naturalmente casi siempre en interiores, ya que la resistencia al agua es por lo general baja, a menos que se empleen con catalizadores adecuados. Normalmente, la resistencia de estas resinas al agua no pasa de las indicaciones establecidas por las normas DIN B-2.

RESINAS UREA FORMOL

Estas resinas son condensadas de urea y formol que, formuladas con harinas como cargas y catalizadores adecuados, sirven para pegados tanto en maderas para interior como para exterior (puertas, ventanas, etc.). Estas colas pueden emplearse indistintamente para pegados en frío o en caliente.

En la actualidad, el empleo de este tipo de colas es el de mayor consumo entre todos los demás tipos, principalmente en la fabricación de tableros aglomerados de madera en sus más diversas variedades y que tengan que resistir según la norma EN-204-D-3.

RESINAS MELAMINA FORMOL

Las melaminas formol o mezclas de melamina y urea formol son resinas que, convenientemente formuladas con cargas y catalizadores, se emplean en aglomerados y pegados que puedan seguir las normas EN-204-D-4; por consiguiente, son resistentes al agua hirviendo.

Proceso de revestimiento de molduras mediante el sistema *hot-melt*

La limitación de estas resinas es que siempre tienen que ser aplicadas en caliente (prensas) y, por consiguiente, su excelente resistencia al agua no puede aprovecharse como adhesivo estructural de vigas y jácenas de grandes dimensiones, en cuya fabricación no es posible darle temperaturas muy superiores a las ambientales.

RESORCINA FORMOL

Estos productos derivados de la resorcina y del formol son colas de dos componentes que pueden emplearse en frío y resisten perfectamente la norma EN-204-D-4, con lo cual se consideran aptas para las uniones estructurales, lo mismo que los adhesivos de prepolímeros de poliuretano.

En la construcción, además de adhesivos, se emplean, tanto para fijar como para sellar, unos productos llamados masillas y selladores que cada día entran en mayor cantidad, principalmente para los prefabricados sellados interiores, nuevas cortinas y carpintería de aluminio y plástico.

Estas masillas son la evaluación de la típica masilla de vidriero con que se sellaban y fijaban los cristales a los marcos de madera de las ventanas. La evolución en el sistema de construción ha obligado al desarrollo de nuevos productos con características adecuadas a las nuevas técnicas empleadas.

Masillas

Las principales masillas empleadas en construcción, además de las masillas a base de aceite modificado, son:

— masillas de caucho butilo
— masillas de poliisobutileno
— masillas acrílicas
— masillas de poliuretano
— masillas de silicona.

MASILLAS DE CAUCHO BUTILO

Se pueden fabricar extrusionadas o pastosas. Las extrusionadas se emplean normalmente para hacer uniones entre piezas de prefabricados. Se trata de unas tiras con perfil determinado que se colocan entre la base y el elemento prefabricado, que con su peso la moldea exactamente a la forma del espacio entre las dos piezas. La masilla de caucho butilo pastosa se emplea en el sellado de elementos de piedra y cemento. Al ser su dilución en base disolvente, estas masillas tienen reducción de tamaño al secarse y no pueden emplearse donde este factor sea importante.

Estas masillas tienen una gran resistencia a la oxidación.

Maquinaria para revestir molduras

MASILLAS DE POLIISOBUTILENO

Suelen mezclarse con aceites secantes. Son masillas de uso general que pueden sustituir, con muchas ventajas, a las antiguas masillas de vidriero, ya que no se endurecen ni cuartean y admiten el pintado posterior.

MASILLAS ACRÍLICAS

Son dispersiones acrílicas a base de agua, que resisten el agua una vez secas, y su empleo primordial es el sellado de cocinas y baños.

MASILLAS DE POLIURETANO

La gran variedad de posibilidades del poliuretano da lugar a que los diversos prepolímeros que se pueden obtener den productos desde muy elásticos hasta completamente duros, con posibilidad de reacción con un segundo componente de isocianato o bien ser reticulables por humedad. Su gran resistencia a los factores ambientales (temperatura, humedad), a los disolventes y su gran adherencia a los plásticos, metales, cementos, piedras y madera hacen de los poliuretanos unos productos que cada día tienen más aplicación en la construcción.

Las masillas de poliuretano tienen la ventaja de que pueden ser transitables por su alta resistencia al desgaste.

MASILLAS DE SILICONA

La principal aplicación de estas masillas es el sellado de cristal sobre cualquier otra superficie, por lo que su mayor consumo se da en muros cortina.

Tiene excelente adherencia sobre la mayoría de los materiales.

SISTEMAS DE APLICACIÓN DE LOS ADHESIVOS

Todos los adhesivos que hemos detallado pueden subdividirse a su vez, según su forma de aplicación, en tres grupos: las colas de contacto, las colas a una cara y los *hot-melts*.

Colas de contacto

Son colas que han de aplicarse a las dos superficies que haya que unir, se ha de dejar secar la eliminación de un gran porcentaje del disolvente que contienen y luego se han de juntar las superficies que se se van a pegar con una presión (mecánica o manual) suficiente para obligar el contacto total de las mismas.

Colas a una cara

Son colas que se aplican a una sola cara, poniendo inmediatamente la otra en contacto con una presión suficiente y durante el tiempo que la cola precise para secar, condensar o reaccionar.

Hot-melts

Los *hot-melts* son unos adhesivos que se aplican en estado de fusión con aparatos o instalaciones adecuados. La tendencia actual a eliminar disolventes por efectos de polución o toxicidad ha abierto un camino muy propicio al empleo de este tipo de adhesivos.

Los *hot-melts* se fabrican partiendo de muy diversos productos base, como:

— poliamida
— poliésteres
— copolímero etileno vinílicos (EVA)
— elastómeros de estireno butadieno (cauchos TR)
— elastómeros de poliisopreno.

Los *hot-melts* se aplican a una sola superficie, poniéndola inmediatamente en contacto con la otra que se desee unir y efectuando una presión suficiente durante los segundos en que se enfría la capa de cola, obteniéndose así una unión sólida.

Estas colas tienen una variante que son los *hot-melts* reticulables por humedad, o sea, una vez aplicada la capa de cola, reacciona con la humedad ambiente y superficial de los materiales pegados, formando un tipo de prepolímero resistente al agua y a las altas temperaturas.

Los adhesivos *hot-melts* se aplican en el sector del papel, calzado, automóvil y en muchas aplicaciones del sector de la madera, como por ejemplo: revestido de cantos, forrado de molduras, montado de elementos, juntado de chapas.

Cianoacrilatos

Los cianoacrilatos son un tipo de adhesivo que se emplea principalmente para pequeños pegados que precisen una gran rapidez de acción, o sea, que a los pocos segundos de su aplicación, las superficies quedan totalmente unidas y con una gran resistencia inicial.

Los cianoacrilatos son unos prepolímeros que reaccionan en las superficies que hay que pegar instantáneamente, dando origen a un producto de alta resistencia y adhesividad.

Aplicación de adhesivos
en revestimiento de interiores

Las principales aplicaciones de los cianoacrilatos son pegados de juntas de plástico, caucho, cerámica y metal siempre que las superficies que haya que unir se ajusten perfectamente.

Anaeróbicos

Son adhesivos que reaccionan con sales metálicas en ausencia de aire. Se emplean principalmente para fijar tornillos y tuercas, cojinetes con los ejes y, en general, para fijar elementos que estén sometidos a vibraciones.

Aplicaciones en suelos

En la colocación de suelos podemos disponer de parqué, que normalmente se coloca con colas de acetato de polivinilo especiales o bien, si el parqué lleva un soporte de corcho, se hace normalmente con cola de contacto, ya que el agua de la cola de acetato de polivinilo deformaría el aglomerado de corcho.

Si se aplican revestimientos cerámicos, naturalmente se emplean los típicos cementos cola, que son cementos modificados con espesantes y polímeros para darles tixotropía, elasticidad y adherencia sobre superficies difíciles.

Con los revestimientos de PVC se procede de dos maneras, o con cola de contacto, o sea a dos caras, o con una cola acrílica llamada unilateral y que se aplica sobre el suelo, se deja secar y cuando la cola tiene mordiente al contacto con los dedos y no los mancha, se van colocando las moquetas de PVC apretándolas fuertemente contra el suelo. Normalmente, las superficies en las cuales se ha aplicado un pavimento de este tipo han de llevar una capa de cemento nivelador.

En pavimentos ligeros, que son revestimientos de suelo por lo general de PVC con soporte textil, se efectúa el pegado con adhesivos unilaterales. Los pavimentos de goma, normalmente para sitios de mucho tránsito, se fijan al suelo con adhesivos de contacto, adhesivos epoxis o adhesivos masillas de poliuretano.

Aplicación de adhesivos para acabados sintéticos

Aplicaciones en paredes

Prácticamente, las paredes se recubren con papel, por lo cual el adhesivo adecuado es el CMC o resinas celulósicas, y si el papel es muy grueso se puede reforzar o se vende ya modificado con una cola de acetato de polivinilo.

Algunas paredes pueden forrarse con moquetas o corcho, en cuyo caso el adhesivo indicado es una cola de contacto.

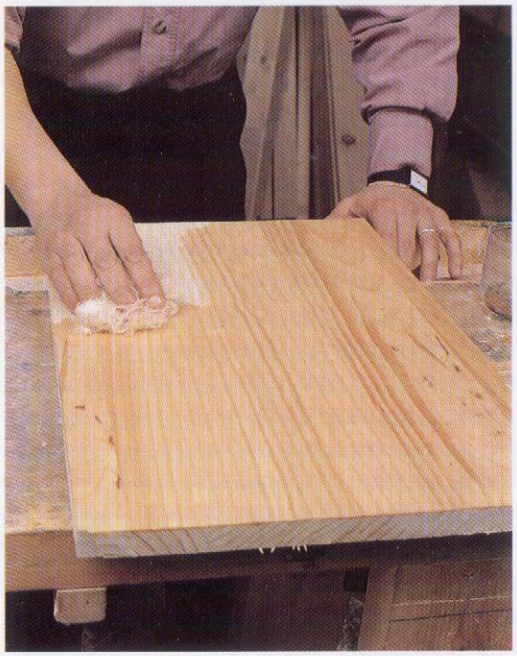
Para forrar la paredes con paneles de madera, normalmente es adecuada la utilización de una masilla de poliuretano o policloropreno.

Cuando se trata de poner alguna lámina aislante de poliestireno expandido, los dos adhesivos recomendados son: adhesivos acrílicos tipo masilla o cola de contacto especial, cuyos disolventes no atacan el poliestireno no expandido.

Aplicaciones en techos

Normalmente el forrado de techos, tanto en plan aislante como en plan decorativo, se hace con fibra de vidrio o roca y poliestireno expandido. Para las fibras de vidrio o rocas son recomendables adhesivos de contacto preferentemente aplicados a pistola, y para el poliestireno expandido los mismos tipos que para las paredes, o sea, aquellos cuya composición de disolventes no ataque el material.

Los mismos adhesivos se emplean para el pegado de los zócalos o molduras en poliestireno expandido.



9 Acabado y protección de la madera

Tanto la protección como el acabado en una etapa final del proceso de carpintería y ebanistería son el tratamiento final que corona un trabajo, brindando a la madera una calidad estética y técnica que muchas veces distingue una buena de una mala elaboración.

El acabado de las superficies es actualmente, dentro de los precursores de la calidad, una preocupación primordial en el arte de la madera, ya que su protección contra toda influencia exterior es vital para evitar que la penetración del polvo y la suciedad en los poros de la madera, al igual que los cambios de temperatura, puedan modificar la apariencia y la estructura de las piezas, que se deben tratar con pinturas u otras materias que las sustraigan de la acción del medio. Estos recubrimientos protectores no influyen en absoluto sobre la estructura de la madera, y aumentan la duración de superficies y muebles de madera en general. Los tratamientos protectores de las superficies de madera son: pintado al aceite, encerado, barnizado mate, barnizado brillante y laqueado, todos los cuales, bien aplicados, en proporciones y tonalidades correctas, realzan la estética y alargan la vida de la madera.

EL PULIMENTO

Con el pulimento o tratamiento abrasivo de las maderas se puede llegar a realzar en alto grado las propiedades estéticas. Este proceso es anterior a cualquier tratamiento superficial, por ser la base del acabado. De ahí la importancia de obtener mediante el pulimento unas superficies sin asperezas, astillas u otro defecto que pueda repercutir en las operaciones posteriores.

Aunque el pulimento con goma laca sea una técnica muy antigua y efectiva, su aplicación actual no está exenta de complicaciones por exigir un alto conocimiento y una elevada técnica del ebanista, difíciles de encontrar hoy en día. Por ello actualmente se tiende a pulimentos más sencillos, como pueden ser los efectuados a mano por medio de cepillos de pulir, papel de lija *(figura 238)*, o bien

Figura 238

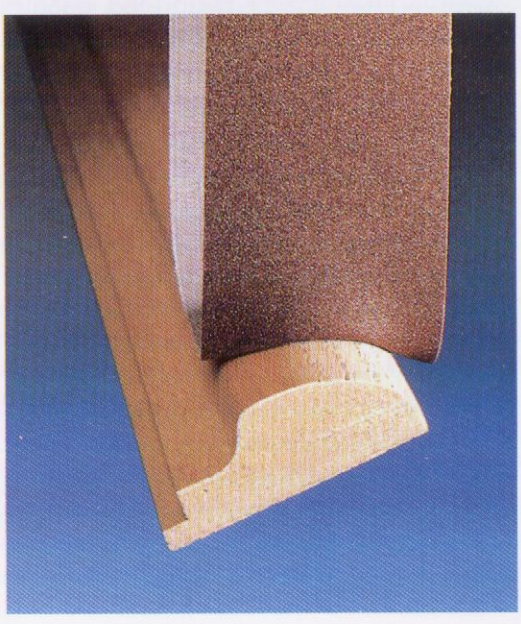
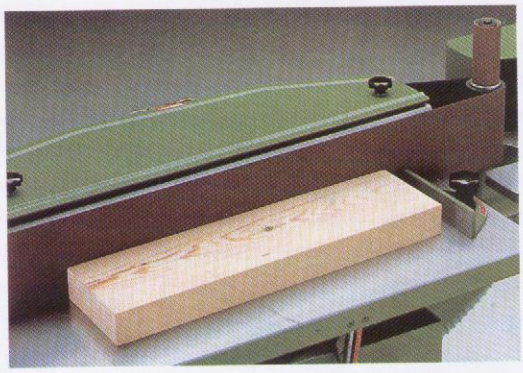


Figura 239

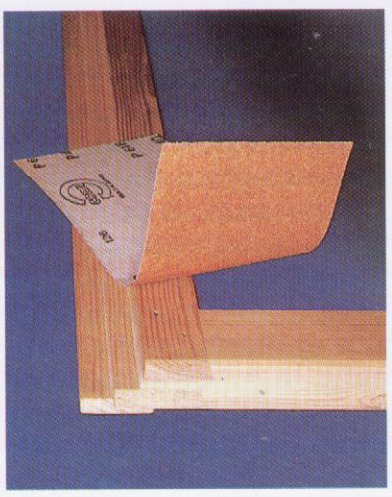
Figura 240



máquinas pulidoras portátiles *(figura 239)* o de producción industrial, tal como se ven en la *figura 240*, donde una lija de banda pule un tablero de contrachapado.

Las dificultades para dar un buen pulimento aumentan por las propiedades orgánicas de la madera, especialmente la higroscopicidad, es decir, la capacidad de ceder y absorber humedad, con lo que las superficies se hacen irregulares y difíciles de alisar, ya que el contacto de la lija con la madera dista mucho de ser coplanario. Por ello es necesario que toda madera que haya que pulir se encuentre perfectamente seca, pues la humedad contenida en una madera ya pulida, al desprenderse con posterioridad, daña el pulimento. Otro de los factores que influyen en el índice de humedad de la madera ya ensamblada es el encolado; es preciso entonces que en piezas que se unen, por ejemplo, a caja y espiga, como el encuentro de un marco de ventana *(figura 241)*, se verifique que el encolado se ha secado por completo antes de que se aplique la lija.

Figura 241



Los procedimientos para pulir la madera no son siempre análogos, dependiendo principalmente de tres factores: la importancia del trabajo que efectuará la pieza pulida, la clase de madera y el tipo de tratamiento que debe llevar. Por lo tanto, no es igual el pulimento de una mesa de oficina que la de una cocina o de un mueble hecho de madera de pino o de nogal, y el de una superficie pintada o barnizada.

De acuerdo con todas estas variables, también existen diferentes modalidades de pulimento:

Pulimento con goma laca

Como se ha observado, se trata de un procedimiento que se practica desde muy antiguo y que durante mucho tiempo fue la única técnica empleada.

Este barniz aumenta la dureza superficial de la madera, y debe ser aplicado y pulimentado en la misma fase del trabajo, lo que se consigue añadiendo, a la goma laca, alcohol y pequeñas cantidades de harina de pómez. Este trabajo simultáneo de aplicación de barniz y de bruñido ha de continuarse hasta la aparición del brillo más perfecto.

Ésta sería la descripción y fundamento del barnizado con muñequilla, el cual es, por su propia naturaleza, difícil de aplicar, ya que requiere muchos conocimientos previos. En la actualidad el barniz de goma laca o de muñequilla ha sido reemplazado, casi por completo, por el barniz de celulosa, que proporciona una película compacta, muy resistente a la humedad y muy estable.

Pulimento con lacas celulósicas

Con las lacas de celulosa se descubrió un nuevo material para el pulimento de la madera, mediante la utilización de una pistola de aire comprimido que va aplicando las capas celulósicas.

La ventaja de este procedimiento estriba en la gran dureza y sellado que produce en la madera, ofreciendo una protección eficaz contra la absorción de humedad. Otra ventaja muy importante de estas lacas es la gran transparencia que adquieren, una vez secas, sobre la madera, y el aspecto natural que provocan en ella, tal como se puede apreciar en la *figura 242*. La principal diferencia de este proceso con respecto al del pulimento con goma laca es que, mientras este último hay que aplicarlo con manos sucesivas (por acumulación), en el caso de las lacas la impregnación es por rebajo, ya que la película aplicada con pistola se va adelgazando por el pulimento hasta la aparición del brillo definitivo.

La aplicación de la laca, como ya se ha dicho, se efectúa con la pistola, en particular si se trata de superficies grandes, como puede ser el caso del pulimento de una embarcación *(figura 243)*, donde a la laca celulósica se le han dado pigmentos

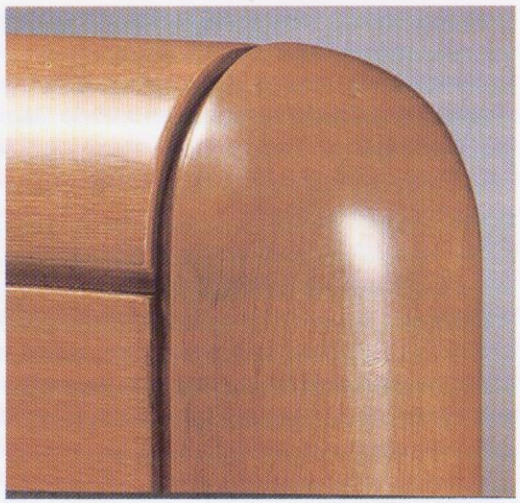


Figura 242

Figura 243

que ofrecen un brillo y una impermeabilidad óptimos para este tipo concreto de aplicaciones.

Al igual que en el barnizado a muñeca, antes de aplicar la laca de celulosa hay que cerrar los poros de la madera. En el caso de no tener una pistola de aire comprimido, se puede aplicar la laca de celulosa dando primero una mano con una muñequilla de algodón y luego una o dos manos de laca espesa con una espátula, que posteriormente se pulirá.

SUPERFICIES PULIMENTADAS

Son consideradas como tales todas aquellas superficies de madera que, una vez pulidas, son capaces de reflejar la luz como si fueran un espejo, sin distorsión alguna de la imagen *(figura 244)*. Todas aquellas superficies que una vez pulidas no cumplan con esta condición son llamadas superficies pulimentadas en mate, o simplemente pulimentadas.

Para obtener mediante el pulimento la calidad de fino, es necesario mucho tiempo de elaboración y secado, tanto si se sigue el procedimiento por medio de la goma laca como con lacas de celulosa, llegándose a tardar cuatro semanas para que la superficie tratada esté completamente a punto.

Se pueden obtener pulimentos de ejecución y secado más rápidos usando barnices celulósicos, aunque la calidad es mucho menor, con lo que el tiempo se reduce a seis u ocho días; sin embargo, este tratamiento siempre es de mayor resistencia que el que se consigue con goma laca, ejecutados en el mismo tiempo.

LA PINTURA

Se trata de sustancias líquidas, de aplicación superficial, generalmente coloreadas y que forman una capa o película sobre la pieza que se aplica. Estas sustancias están constituidas por un pigmento sólido, finamente pulverizado, que es soluble en el aglutinante o vehículo líquido, cuya misión es dar consistencia y facilitar el secado de la pintura, formando con el pigmento una mezcla que será mate o brillante según la necesidad y característica a las cuales deba responder la madera recubierta.

Existen diferentes tipos de pintura y su denominación tiene relación generalmente con la naturaleza del aglutinante y con el nombre del pigmento. De este modo se pueden distinguir las siguientes pinturas que se aplican a la madera:

Pintura al óleo

Es aquella que tiene por aglutinante el aceite vegetal, como, por ejemplo, el de linaza. Para diluirla se utilizan la esencia

Figura 244

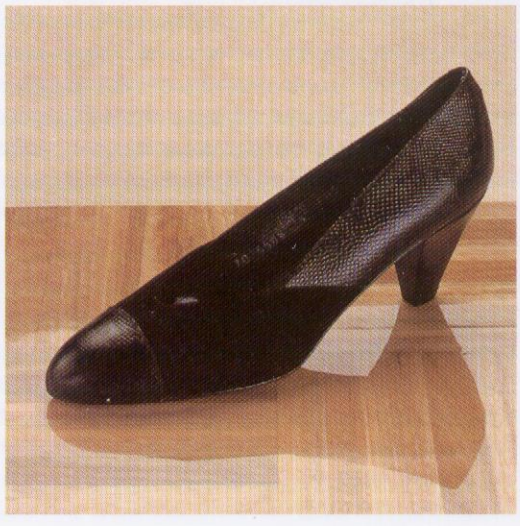


Figura 245

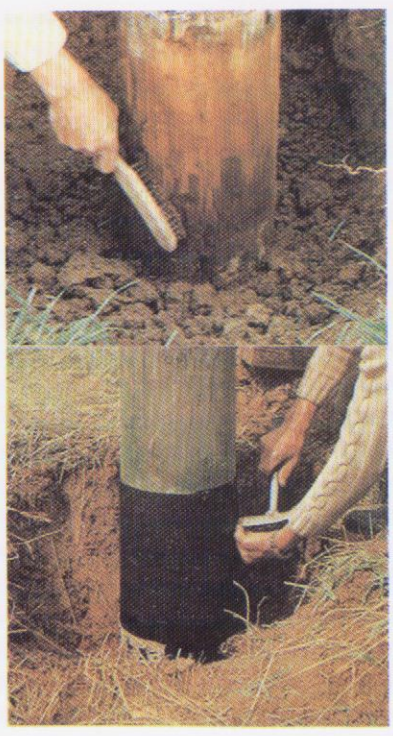
de trementina o el aguarrás, agregándole el pigmento que más convenga según el caso.

Antes de la aplicación de este tipo de pintura es preciso que la madera esté completamente seca y estable. Se sobreentiende que la madera que hay que cubrir no es de las finas, ya que no quedará nada a la vista de los dibujos y vetas. Sin embargo, no por este motivo la preparación es menos esmerada.

Todos los nudos se sacan y taponan, mientras que las agallas resinosas se queman y enmasillan.

Para lograr una buena terminación superficial es necesario aplicar tres manos de pintura. La primera mano de impregnación es fluida y contiene poca pigmentación; con posterioridad, y una vez seca dicha capa, se alisa la superficie con papel de lija. La segunda mano ya lleva más pigmentación y se extiende con la brocha más profusamente que en la primera mano, y una vez que esta nueva capa de pintura está seca, se lija y repasa la superficie varias veces con la espátula. La tercera mano se aplica de igual manera que la segunda, diferenciándose en la técnica de secado, ya que en las dos primeras manos se ha utilizado, para acelerar el secado, aguarrás o secante, y a esta última capa no se le añade ningún tipo de acelerador.

Figura 246



Para aumentar la duración y la terminación pareja de la superficie se le da, a las tres manos de óleo, una de laca, que no se aplica hasta que la tercera mano de pintura esté completamente seca.

Esta laca se puede aplicar con brocha, que no sea ni muy dura ni muy blanda, con los pelos de punta suavizados. La suavidad del lacado (que podrá ser mate, sedoso o brillante) aumenta con cada capa que se agrega a la anterior, siendo el proceso de mayor calidad cuando se obtiene la llamada laca bruñida. Este tipo de laca se aplica con pistola. También es posible aplicar la laca directamente sobre una pieza de madera lijada a la cual se le quiere cambiar el color *(figura 245)*.

Las mejores maderas para pintar al óleo y laquear son las de tilo, álamo y caoba. Mediante la terminación sobre óleo de laca bruñida se pueden conseguir efectos muy artísticos.

Pintura al esmalte

Es aquella que emplea barnices grasos y celulósicos como vehículos de aplicación, a los cuales se agregan los colores, generalmente de origen mineral, debiendo estar homogéneamente mezclados para obtener una buena pintura impregnante, de superficie brillante adherente, elástica, compacta y de rápido secado; se usa tanto en interiores como en exteriores. En general podemos decir que la pintura al esmalte es muy recomendada para piezas que deban resistir el rayado y superficies que no se rompan frente a las dilataciones y contracciones de la madera. Cuando al esmalte se le agrega polimetano alifático, protege el hierro, el acero, el hormigón y la madera de todos los agentes agresivos.

Pintura bituminosa o asfáltica

Es la que se obtiene por la disolución de betún natural o brea. Se trata de una sustancia muy buena para proteger el hierro de la oxidación y las maderas que estén expuestas al contacto directo con lugares húmedos, como pueden ser los pilotes de embarcadero o los postes de tendido eléctrico o telegráfico. En la *figura 246* se puede ver cómo un poste, que es enterrado directamente en la tierra, es revestido con un papel impregnado en pintura asfáltica, con lo que se evita el ataque de insectos xilófagos y de

la humedad directa. Este procedimiento también puede aplicarse recubriendo directamente la zona afectada con la pintura, de modo que, enterradas la testa y las paredes hasta veinte centímetros sobre el nivel del suelo, queden completamente impregnadas.

Pintura ignífuga

Esta pintura, aplicada sobre madera sólida, tableros aglomerados y tableros de fibras, tiene la cualidad de hacer resistentes esas superficies hasta los 500 °C, por lo que esta pintura actúa como un retardante de la acción del fuego directo o por irradiación sobre la madera al formar, frente un calor excesivo, una capa esponjosa microporosa que aísla la masa oleosa hasta el límite indicado.

La aplicación de esta pintura se hace en recintos secos bajo techo, como pueden ser salas, teatros, escuelas, hospitales y edificios públicos en general. También se emplean pinturas que resisten el fuego a base de caucho clorado y resinas de urea, pigmentos a base de aluminio o grafito que se pegan fuertemente a la superficie atacada. Es muy recomendable aplicar pintura ignífuga en aquellos casos donde la estructura de techumbre va a la vista, ya que esta armadura, en caso de incendio, será la mejor transmisora de calor y fuego, además de ofrecer una estructura muy vulnerable ante un siniestro de este tipo *(figura 247)*.

Procedimiento para el pintado

Como primera medida es muy importante asegurar que la madera que se va a pintar esté muy seca, desengrasada, sin polvo y con la superficie lo más pulida posible, y si hay huecos, producto de algún nudo suelto, se taparán con cera o empaste para luego ser debidamente lijados. Después se da la primera mano, que tiene que ser muy adherente, ya que sirve de soporte a las sucesivas manos.

La aplicación de la pintura puede hacerse con pinceles, brochas, rodillos de goma, equipo aerográfico, pistola pulverizadora y también por inmersión, dependiendo siempre del tamaño que se quiera cubrir y del tipo de terminación que se pretenda obtener.

La etapa del secado de la pintura se hace en condiciones ambientales que varían según sea el lugar en el cual se proceda, influyendo en la menor o mayor cantidad de tiempo el clima, aireación y

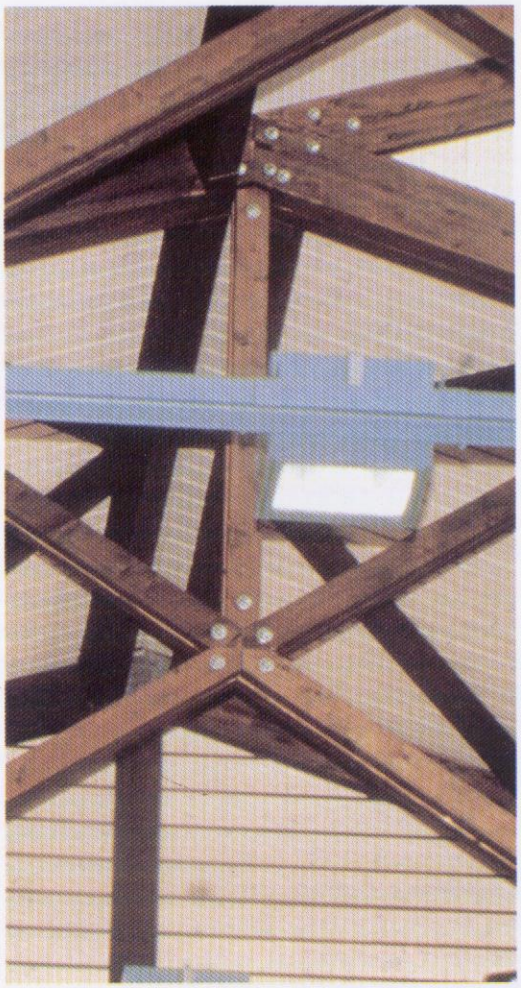


Figura 247

condiciones de humedad, entre otros factores. A modo de referencia diremos que la pintura al óleo y los barnices grasos tardarán en secar de 12 a 25 horas, contrastando con la media o una hora, a lo sumo, que tardan las pinturas celulósicas.

En lo que respecta al rendimiento de pintura por metro cuadrado por cubrir, varía mucho de acuerdo con el tipo de pintura y la textura y materialidad de la superficie, obteniéndose como término medio en el caso concreto de los óleos de 80 a 100 g/m^2, en el de barnices de 100 a 120 g/m^2, y en el de pinturas celulósicas de rápido secado de 160 a 200 g/m^2.

En el campo de la aplicación de pintura con equipos de alta presión y pistola es bueno que se haga un paréntesis para describir la gran evolución que ha tenido esta técnica.

APLICACIÓN DE PINTURA CON PISTOLA

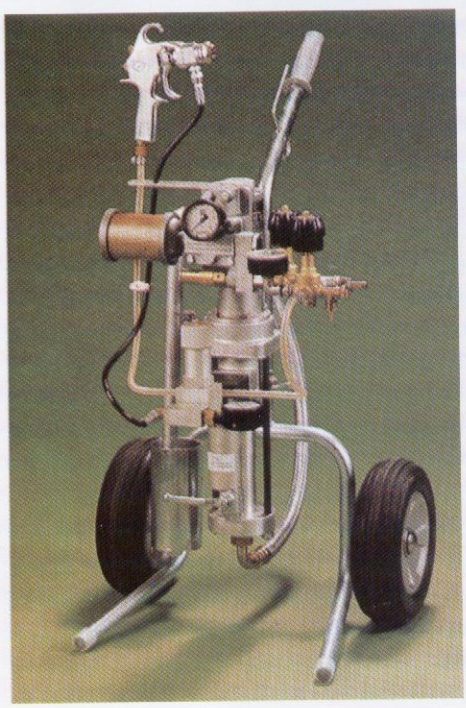
Es un procedimiento cada vez más empleado en el recubrimiento de superficies de todo tipo, cuya infraestructura consta básicamente de una bomba fija o

portátil que, mediante un pistón accionado neumáticamente, produce una presión alta necesaria para la pulverización de la pintura que se manipula mediante una pistola con diferentes tipos de boquilla, que permiten obtener un perfecto flujo en el ángulo deseado para un acabado superficial óptimo con todo tipo de pinturas y materiales viscosos, como pueden ser lacas, imprimaciones, colas, betunes, protectores de la corrosión y materiales ignífugos. En la *figura 248* se puede ver una bomba portátil semiindustrial junto a la pistola de aplicación.

Las ventajas de esta modalidad de aplicación sobre los tradicionales métodos de aplicación de pintura radican en el alto rendimiento que se obtiene del material aplicado, la baja pérdida del mismo, una gruesa capa de recubrimiento en la primera mano, un considerable ahorro de tiempo y mano de obra, ahorro de disolventes, una perfección en la calidad de la superficie y una extrema adhesión y buen secado de la pintura aplicada.

Actualmente existe una variante en el pintado con pistola, llamada sistema electrostático de pintado, basada en la idea de crear un campo electrostático entre la pieza que hay que pintar conectada a tierra y la pistola de aplicación. Dentro de este campo las partículas de pintura se cargan por un electrodo localizado en la boquilla de pulverización, mientras el chorro se proyecta sobre la pieza que hay que cubrir. Debido al efecto electrostático, ambas partes, el frontal y la parte posterior de la pieza de trabajo, se recubren al mismo tiempo, produciéndose un efecto envolvente de la pintura sobre el objeto pintado.

Figura 248



Las ventajas de esta tecnología son el aumento considerable de la cobertura, la alta reducción del coste de pintura, el tiempo reducido de trabajo, la baja polución ambiental y la mejora de acabado en las esquinas *(figura 249)*.

En el campo del pintado de muebles es donde más se ha aprovechado este sistema, ya que, como se ve en la *figura 250*, se puede llegar a cubrir un entramado con mucha facilidad sin tener la necesidad de emplear mucho tiempo en junturas y encuentros difíciles de cubrir. Este procedimiento se aplica también en el acero, maquinaria y construcción de ventanas, industria del plástico, ingeniería del automóvil e industria del accesorio en general.

LOS BARNICES

En general podemos definir los barnices como líquidos más o menos fluidos que, si se extienden en capas delgadas sobre la madera, proporcionan una superficie lisa, continua, incolora y brillante.

Para que un barniz actúe de forma adecuada sobre la madera, tiene que secarse rápidamente, darle una brillantez permanente, adherirse muy bien a la superficie leñosa, no decolorarse con el tiempo y, aparte de no perder su flexibilidad, tampoco debe dejar de ser resistente a la intemperie.

Los barnices están constituidos por resinas, gomas o ceras disueltas en aceites secantes o en disolventes volátiles y materias colorantes cuando corresponde. Según el disolvente se pueden clasificar en: barnices volátiles, barnices al óleo, barnices lacas y barnices celulósicos.

Los barnices más usados son aquellos incoloros que dejan ver la veta de la madera y su coloración natural, agregando un grado mayor de resistencia al medio y produciendo, entre otras cosas, que el agua no penetre ni sea absorbida por la masa leñosa, quedándose en la superficie si se trata de planos horizontales *(figura 251)* o escurrir con gran facilidad si se trata de planos verticales.

La denominación de los barnices también podrá estar en función de la resina y las gomas que contengan.

Gomas y resinas

Son secreciones de vegetales que constituyen compuestos orgánicos, que en el caso de las gomas son insolubles en alcohol y no se cristalizan, como la goma

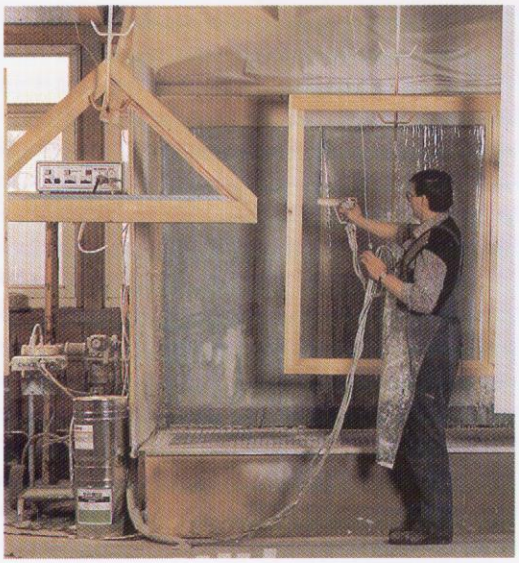
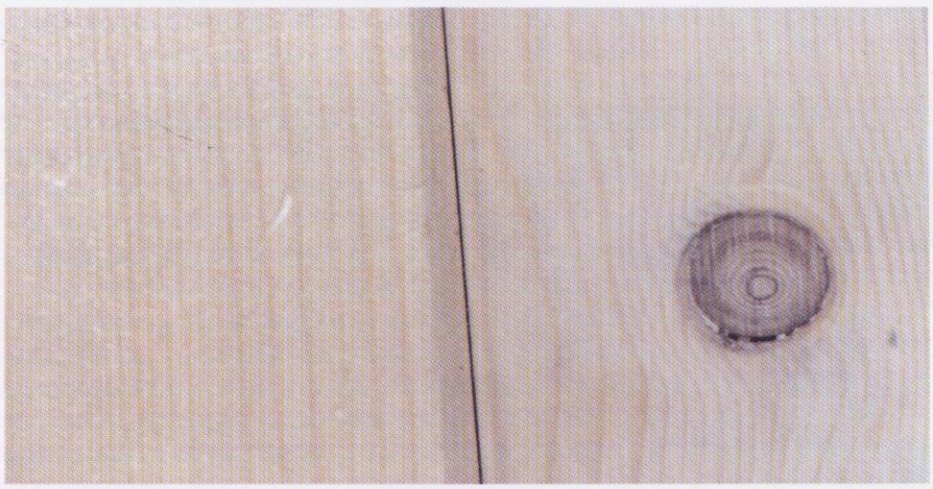


Figura 249

Figura 250

Figura 251

Figura 252



arábiga. En cambio, las resinas son sustancias muy polimerizadas, insolubles en el agua y solubles en el alcohol. También se pueden preparar resinas sintéticas, con propiedades muy específicas.

Entre las resinas naturales más importantes tenemos: trementina natural (una vez destilada se obtiene el aguarrás); pez griega (obtenida por la destilación de la trementina, se emplea en la fabricación de los barnices ordinarios); sandáraca (muy usada en los barnices al alcohol); dammar (empleada para hacer barnices transparentes); goma laca (soluble en alcohol, se emplea para la preparación de barniz fino); goma guta (soluble en el agua y en el alcohol, se utiliza para colorear los barnices amarillos).

Aceite y barniz

Uno de los aceites más usados para la confección de barniz es el de linaza. El barniz de aceite de linaza se prepara cociendo el aceite durante algunas horas con un 8 % de litargirio. El aceite y el barniz se aplican en caliente sobre la madera seca, en una o varias manos, con un trapo de lana, consiguiéndose con rapidez un recubrimiento muy sólido y sin brillo, aunque con un tono cálido muy agradable, mientras que con el barniz se obtiene un ligero brillo *(figura 252)*.

Si la madera sobre la cual se aplica el aceite o el barniz de linaza no está lo suficientemente seca, resulta una superficie pegajosa. El barniz de aceite de linaza tarda pocos días en secarse si la madera está seca. Para la aplicación del aceite de linaza se debe dejar la superficie de la madera muy lijada para aplicar posteriormente el aceite con una muñequilla de dimensiones adecuadas, tal como se ve en la *figura 253*, donde los dedos puedan presionar de manera circular para impregnar la sustancia. Durante la aplicación del aceite de linaza se puede apreciar cómo la madera adquiere un contraste más acentuado entre las partes claras y oscuras de la pieza *(figura 254)*.

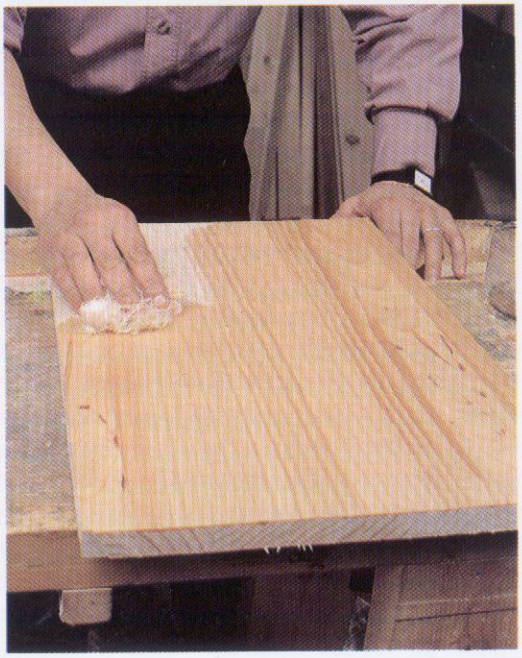
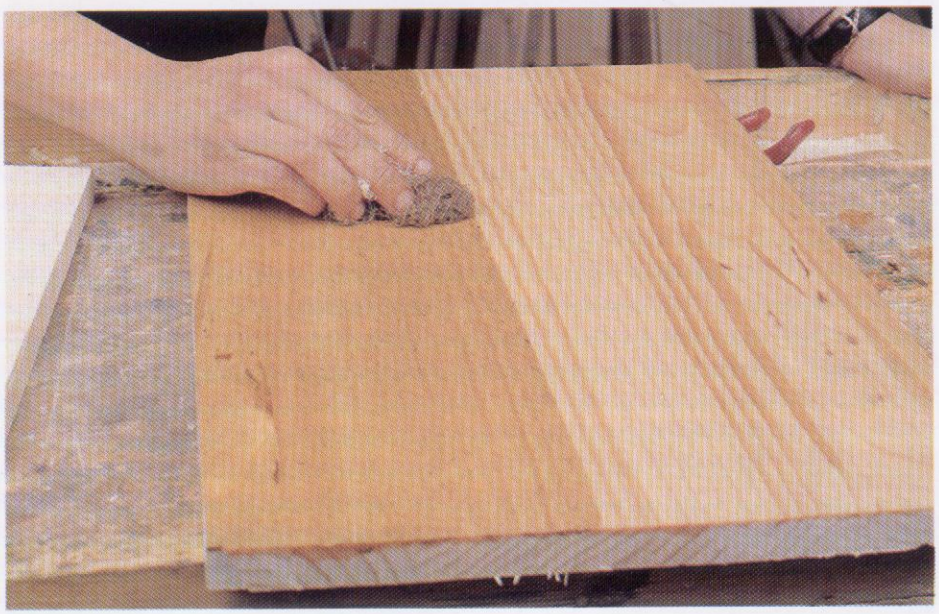


Figura 253

Figura 254



El barniz y el color

El barniz se colorea añadiéndole pigmentos o colorantes que cumplen la condición de no volver opaco el propio barniz y así no ocultar el veteado de la madera tratada. Para poder aplicar las anilinas al barniz, previamente se tiene que disolver en aceites secantes o en disolventes volátiles, como los aceites de esencia de trementina, resina, alquitrán, alcoholes metálicos y etílicos, éter de petróleo y acetona, entre otros.

En la *figura 255* se observan varios barnices coloreados aplicados a una misma madera, en donde se puede apreciar que el brillo, a pesar del color, no se ha perdido, pudiéndose distinguir sin problemas la estructura superficial leñosa.

Clases de barnices

Los barnices más usados en la actualidad son los mixtos, en los que se mezclan componentes tradicionales con compuestos químicos nuevos, que cada vez producen barnices más sólidos, vistosos y duraderos. Se pueden distinguir las siguientes clases de barnices:

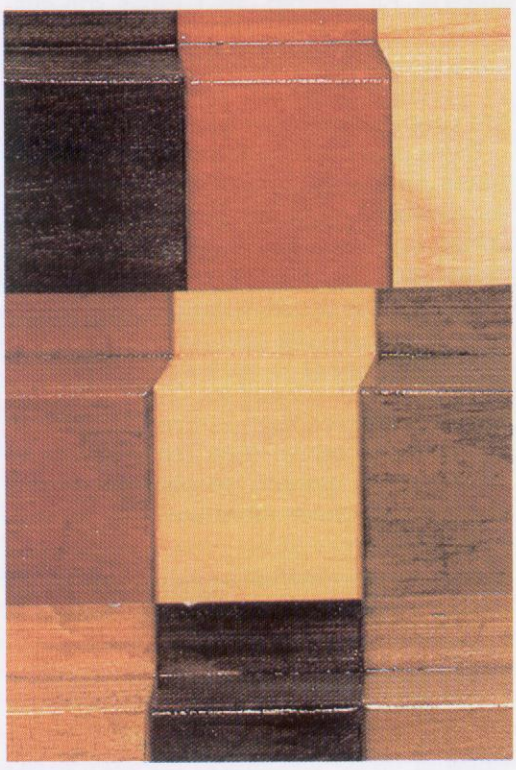
BARNICES DE ALCOHOL

Se componen de gomas y resinas disueltas en frío en un disolvente volátil, que desaparece completamente en el momento de secarse. El barniz de goma laca se fabrica disolviéndola en alcohol de 95° desnaturalizado, en alcohol de madera o de metileno.

BARNICES GRASOS

Con resinas de varias procedencias y mezclados con aceite de linaza, estos barnices se fabrican en caliente agregándoles también esencia de trementina y un secante. La característica de estos barnices estriba en su gran resistencia y en

Figura 255



que no sufren ninguna alteración con la humedad, ya que con el contacto exterior los barnices se oxidan y se endurecen.

En ebanistería se utiliza más el barniz al alcohol, ya que aunque no es tan resistente, es más fino y permite una mejor terminación a nivel de muebles.

BARNICES DE CELULOSA

Éstos son, hoy por hoy, los barnices más usados al ir sustituyendo paulatinamente a los barnices de goma laca. Las ventajas de estos barnices son: la resistencia al roce; son absolutamente incoloros a su base de celulosa, por lo cual no se altera el tono de la madera; una excelente impermeabilidad y una fácil y rápida aplicación.

El procedimiento de aplicación consiste en dar una o dos manos de barniz de celulosa; si se aplica con pistola, bastará con una aplicación *(figura 256)*. Una vez endurecido el barniz y secas las capas, se raspan las superficies con una hoja afilada para eliminar cualquier irregularidad, para luego pulir con un estropajo de acero, dejando un brillo sedoso. Si se quiere obtener un brillo más intenso, se da una mano final con barniz claro.

Podemos destacar, como un subproducto de este grupo de barnices, las lacas, ya que son una pintura a base de barniz, al cual se le han puesto pigmentos, generando superficies extremadamente lisas y resistentes al agua. Se aplican generalmente con pistola, por lo que han reemplazado la goma laca y el trabajo con la muñequilla.

LAS CERAS

El encerado y el barnizado con goma laca fueron tradicionalmente los procedimientos de acabado en muebles de madera. Por lo que respecta al encerado, se puede conseguir un brillo discreto mediante una aplicación sin grandes complicaciones, agregando a la madera una buena protección contra el medio.

Actualmente la cera se utiliza con escasa profusión, siendo su mayor aplicación la del teñido y encerado de muebles económicos. Para aplicar en una fase las operaciones de encerado y teñido se prepara una mezcla llamada mordiente de cera, consistente en potasa y cera blanqueada de abejas, a la que, una vez fría, se le añaden los colorantes de alquitrán disueltos en agua templada. Para aumentar la acción de esta mezcla sobre la madera y la intensidad del teñido, se agrega al ungüento un poco de amoníaco.

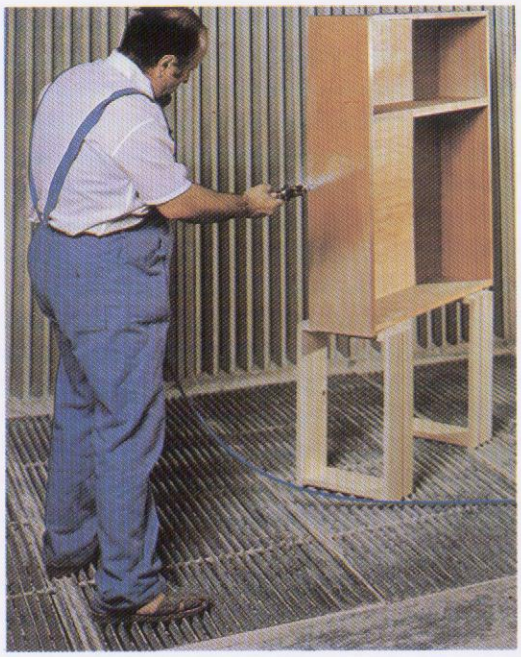


Figura 256

Para la aplicación se sigue el siguiente patrón: el mordiente, algo caliente, se aplica con esponja o pincel para que una vez seco se frote con un cepillo de crines hasta que aparezca un brillo discreto. Si se quisiera dar una mayor durabilidad a este tratamiento, se puede agregar a la superficie una mano de barniz, sea mate o brillante.

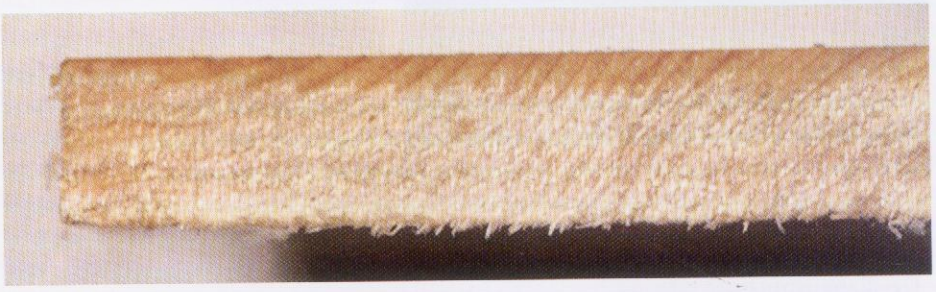
LOS TINTES

El proceso de tintado de madera, más que ser un proceso de protección es un procedimiento estético mediante el cual se da un tono de mayor calidad a una madera común, como ocurre con uno de los tintes más usados, llamado nogalina, que, por ejemplo, aplicado al pino le confiere una aparente calidad y mayor presencia comercial al adquirir la tonalidad del nogal, aunque no su veteado, ya que el teñido modifica el color de las maderas, pero no cambia el aspecto de las fibras *(figura 257)*.

Figura 257

Figura 258

Figura 259



En general el tinte se aplica a las maderas de muebles para ocultar algún defecto o para igualar las diferencias de tonalidad. En la *figura 258* se pueden apreciar diferentes tintes a base de anilinas vegetales aplicadas sobre madera de abeto, que se introducen en los poros de la masa leñosa, saturando y tiñendo a la vez las fibras, en un espesor de 3 a 5 milímetros *(figura 259)*.

Como ya dijimos, los colorantes más usados proceden del reino vegetal y se distinguen, entre otros, el palo de campeche y la cáscara de nuez, pero también se obtienen tintes como el extraído del bicromato de potasa y el minio. Aunque hace algún tiempo los colorantes artificiales se impusieron a los extraídos de la naturaleza, hoy en día existe un resurgimiento del uso y aplicación de colorantes no contaminantes, por lo que muchos muebles, y especialmente los juguetes para niños, se han vuelto a teñir con tintes naturales. En el campo del diseño de muebles también hay un resurgimiento del teñido no sintético, tal como se puede apreciar en la *figura 260*, en donde la superficie de una mesa está teñida con dos tonos, siendo uno a base de tintes naturales de nogal y el otro a base de aceite de linaza con extractos de naranja y resinas naturales.

Cuadro

Intensidad	Árboles
Muy teñibles	Álamo, almendro, abedul, arce, tilo, peral
Poco teñibles	Castaño, fresno, haya, plátano, sicómoro
No teñibles	Maderas resinosas y las muy duras

Para esta clase de tintes se usan, como disolventes, agua, alcohol, aguarrás, benzol, bencina y aceites, entre otros, teniendo claro que cada colorante necesitará su propio disolvente.

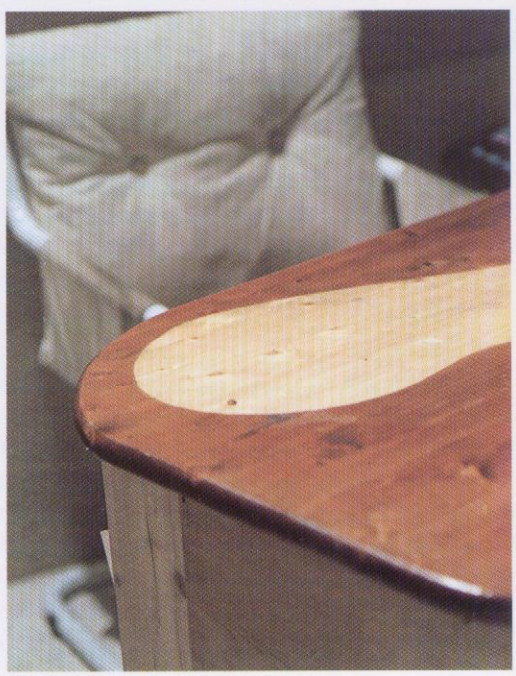
Como cada tipo de madera, según su estructura y tonalidad, necesitará un tinte diferente, es conveniente distinguir que las maderas de árboles frondosos son más fáciles de teñir que las resinosas, siendo también más aptas para el teñido aquellas masas leñosas que estén constituidas por vasos pequeños, numerosos y uniformemente repartidos. De modo general, un árbol cualquiera absorbe más tinte por el cabezal que por cualquier sección longitudinal, al igual que la albura es más teñible que el duramen por ser ésta una estructura más densa e impermeable. En el *cuadro* de esta página se puede apreciar el comportamiento de diversas maderas frente al teñido.

En el ámbito de la producción industrial se han adoptado los sistemas más modernos de cubrimiento, como la aplicación de sustancias por pulverización. Mediante una baja presión y una boquilla de pistola de fina pulverización se obtiene un óptimo resultado en la aplicación de tintes *(figura 261)*.

Clases de tintes

Aunque actualmente se puede encontrar una gran variedad de tintes naturales y artificiales en el mercado, a continuación se describen aquellos tintes básicos de los cuales han derivado los demás.

Figura 260



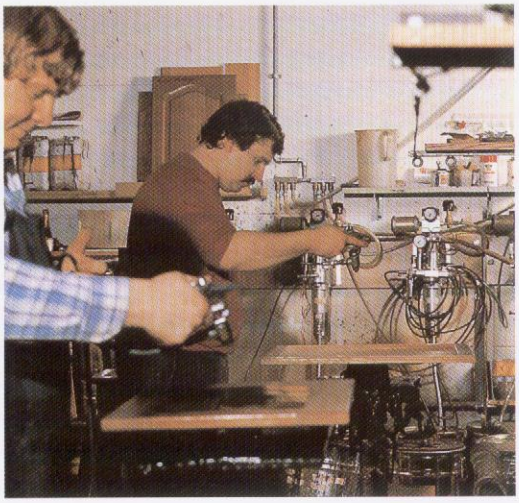


Figura 261

TINTE NEGRO

Se utiliza como fuente de pigmentación el palo de campeche, pero como este extracto tiene cierto tono rojizo, es preferible con anterioridad preparar la madera con un baño de negro químico disuelto en agua caliente, para después de secada esta primera aplicación darle a la madera el tinte compuesto por un 14 % de extracto de palo de campeche, un 85 % de agua y un 1 % de vinagre.

TINTE ROJIZO

Aunque se puede usar en toda madera a la que se quiera dar un tono rojizo, se utiliza principalmente para acentuar la tonalidad de maderas naturalmente rojizas, para lo cual se usa cromato de potasa en una proporción de 50 gramos por un litro de agua.

BAÑO DE NOGAL

Existen varios métodos para obtener una tonalidad de nogal en la madera, destacándose los siguientes: baño de nogal con cáscara de nuez, baño de nogal a base de extracto de cascol, baño de nogal a base de achicoria y, el más usado comercialmente hoy en día, el extracto de nogalina.

Este último extracto se aplica muy fácilmente y, a modo de ejemplo, se describe a continuación este proceso: se elige una pieza de madera blanca, como el abeto, que estará seca para poder lijarla prolijamente y así aplicar con muñequilla el extracto indicado *(figura 257)*; una vez teñida la madera con movimientos circulares, se deja secar la pieza de dos a tres horas.

TINTE AZUL

Este tono se obtiene en la madera una vez se ha sumergido repetidas veces en una disolución de nitrato de cobre, y, una vez seca, en una de carbonato de sosa. El procedimiento se repite según la intensidad a la que se quiera llegar. En la *figura 262* se puede ver un parqué al cual se le ha dado un tratamiento industrializado del proceso descrito.

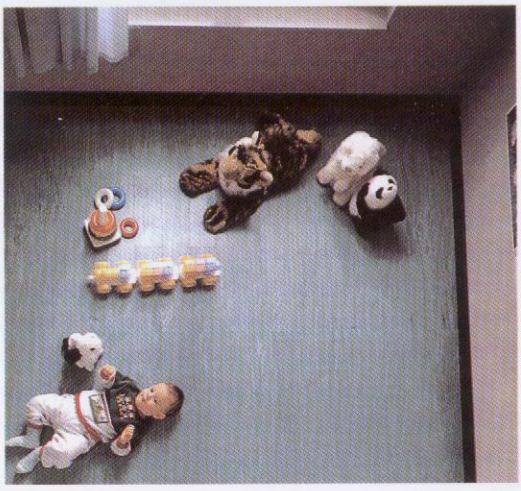
TINTE CAOBA

Para obtener en cualquier madera la apariencia de la caoba se somete la pieza leñosa a varios baños en una solución acuosa formada por cloruro de tinanio al 1 o 2 %, más una solución alcohólica de tanino al 5 %, que se da una vez seca la anterior.

TINTES DE ANILINA

Actualmente, son los tintes más naturales del mercado, ya que se evitan los sulfatos de otros tipos de tintes. La ventaja de la anilina es que su aplicación se hace en frío y es de rápido secado, siendo su inconveniente que necesita posteriormente, para que la madera se conserve en buenas condiciones, una aplicación de barniz incoloro que garantice la estabilidad de la masa leñosa. En la *figura 258* se puede apreciar una variedad de tintes de anilina aplicada a la madera de abeto.

Figura 262



Agradecemos la ayuda que para la ilustración de esta obra
nos ha sido prestada gentilmente
por las siguientes personas y entidades:

Casadei

Elektra Beckum

Griggio

Grupo Aneto, S.A.

Leuco

Rayt

Virutex

OCEANO/CENTRUM